



รายงานการวิจัย

การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้ง ของจังหวัดเพชรบูรณ์

Application of Artificial Neural Network for Drought Warning of Phetchabun Province

เอนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์
สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2557

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้ง
ของจังหวัดเพชรบูรณ์

Application of Artificial Neural Network for Drought Warning of
Phetchabun Province

เอนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ทุนอุดหนุนโดย งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาโดยผ่านความเห็นชอบจาก

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2557

ชื่องานวิจัย	การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้ง ของจังหวัดเพชรบูรณ์
ผู้วิจัย	เอนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2557

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์ และเพื่อศึกษาถึงรูปแบบ ข้อจำกัด ปัญหาและอุปสรรคในการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์ หลักการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมจะอาศัยการปรับค่าเวทในระบบ การทำงานของนิรอลจะมีการเปรียบเทียบเอาพุตของนิรอลที่ได้กับค่าของเป้าหมายที่กำหนด หากในกรณีที่ได้อาพุตมีค่าแตกต่างหรือ ไม่เท่ากับค่าเป้าหมาย ระบบของนิรอลจะทำการปรับค่าของเวท ไปจนกว่าค่าของเอาพุต ตัวใหม่มีค่าเท่ากับค่าเป้าหมาย ซึ่งการเทรนนิรอลเพื่อให้ระบบมีการเรียนรู้ ต้องมีข้อมูลที่ป้อนเข้าหรือข้อมูลที่เป็นอินพุต และค่าที่ใช้เป็นค่าเป้าหมาย เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบนั้นจะต้องมีการจัดข้อมูลให้เป็นไปแบบลำดับ เพื่อใช้ในการเทรนเน็ตเวิร์ค โดยในการศึกษานี้โครงข่ายถูกนำไปผ่านกระบวนการฝึกสอนและนำไปทดสอบการทำนายผลด้วยข้อมูลอัตราการใช้ไฟฟ้ที่ได้จากสถานีวัด จากผลการศึกษาพบว่าจำนวนของอินพุตและเซลล์ประสาทในชั้นซ่อนเร้นไม่มีผลกระทบต่อการทำนายอัตราการใช้ไฟฟ้ในขณะที่จำนวนเอาต์พุตส่งผลต่อการทำนายค่าอัตราการใช้ไฟฟ้อย่างชัดเจน กล่าวคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนเอาต์พุตจำนวน 1 หน่วย จะให้ผลการทำนายที่ดีกว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนเอาต์พุตจำนวน 2 และ 3 หน่วย ตามลำดับ เมื่อเทียบความสามารถในการทำนายค่าอัตราการใช้ไฟฟ้ของโครงข่ายประสาทเทียมทั้งหมดพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนอินพุต 5 หน่วย จำนวนเซลล์ประสาทในชั้นซ่อนเร้น 12 เซลล์ และ จำนวนเอาต์พุต 1 หน่วย สามารถทำนายค่าอัตราการใช้ไฟฟ้ที่ดีที่สุดด้วยค่า $R^2 = 0.9780$

คำสำคัญ : โครงข่ายประสาทเทียม, ระบบเตือนภัย, ภัยแล้ง

Research	Application of Artificial Neural Network for Drought Warning of Phetchabun Province
Researcher	Anekpong Thammathiwat
Major	Industrial Technology Phetchabun Rajabhat University Year 2014

Abstract

The purpose of this research to the application of artificial neural networks for early warning of drought Phetchabun. And to study the format limitations, problems in the application of artificial neural networks for early warning of drought Phetchabun. The working principle of the neural network attempts to adjust the weights in the system. The function of the neural output of the Neural that the value of the target. If in the case of the lorries have different values or. Not equal to the target value Neural system will automatically adjust the weights. Until the value of output. The new value of the target. This training a neural system to be learned. Requires input data or data as input. And is used as the target. For the purpose of comparison, it must be provided information as to double the order for the network training. In this study, the network was trained and tested by a process to predict the flow of data from measurement stations. The study found that the number of inputs and neurons in layers Ranch has no effect on the predicted flow rate, while the number of outputs affect the predicted flow rate significantly. Ie, neural network with a total output of 1 unit will provide a good prediction of the neural network with a total output of 2 and 3, respectively, compared to the ability to predict the flow rate of the network. Testing found that the neural network has five input units, 12 hidden layer neurons in the cell and one output unit to predict the flow rate with the best $R^2 = 0.9780$.

Keyword : Artificial Neural Network, Drought Warning System, Disaster Warning System

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน โดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2557 โดยมี น.ส.สกุลรัตน์ ธรรมาธิวัฒน์ เป็นที่ปรึกษาโครงการ ขอขอบคุณ ดร.บุญช่วย สุทธิรักษ์ ที่ให้ คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการวิจัย ตลอดช่วงระยะเวลาการวิจัย และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ ช่วยในการประสานงาน อำนวยความสะดวก ตอบแบบสอบถาม และเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

เอนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	ก
Abstract.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ ๑ บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัย.....	4
บทที่ ๒ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม.....	5
2.1.1 แบบจำลองของเซลล์ประสาทเทียม.....	5
2.1.2 สถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทเทียม.....	8
2.2 ฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้น.....	11
2.3 กฎการเรียนรู้.....	12
2.4 การเรียนรู้แบบแพร่กลับ.....	13
2.5 สรุปหลักการทั่วไปของกฎการเรียนรู้แบบแพร่กลับ.....	16
2.6 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดภัยแล้ง	17
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
บทที่ ๓ วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	27
3.1 การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายค่าอัตราการไหลรายวัน.....	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
3.2 การเตรียมข้อมูลระดับน้ำใต้ดินเพื่อการเรียนรู้และการทำนายของโครงข่ายประสาทเทียม	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
3.2.1 ข้อมูลอัตราการไหล.....	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
3.2.2 การแปลงค่าข้อมูลน้ำใต้ดิน	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
3.3 โครงข่ายประสาทเทียมของเอลแมนและกระบวนการเรียนรู้แบบแพร่กลับ.....	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า

3.4	กระบวนการแพร่ไปข้างหน้าและกระบวนการแพร่กลับ	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
3.5	การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม.....	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
3.6	ขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา.....	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
3.7	การประเมินผลการทำนายของโครงข่ายประสาทเทียม.....	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
บทที่ 4	ผลการวิจัย	30
4.1	ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา.....	30
4.1.1	อัตราการคายระเหยอ้างอิง	30
4.1.2	อัตราการคายระเหยอ้างอิง	34
4.1.3	ปริมาณฝน	34
4.1.4	ปริมาณน้ำท่า.....	40
4.2	ผลการใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อทำนายค่าอัตราการไหล	ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า
4.3	การวิเคราะห์ผลการศึกษา	50
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	52
5.1	สรุปผลการวิจัย	52
5.2	ข้อเสนอแนะ	55
	เอกสารอ้างอิง.....	56
	ภาคผนวก.....	58
ภาคผนวก ก	โปรแกรมคำสั่งการทำงาน	59
ภาคผนวก ข	โปรแกรมคำสั่งการทำงาน	61
ภาคผนวก ค	ผลการทดสอบข้อมูล.....	62
ภาคผนวก ง	ประวัติผู้วิจัย.....	74

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	4
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของแบบจำลองเซลล์ประสาทเทียมที่มีข้อมูลอินพุตหน่วยเดียว	6
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของแบบจำลองเซลล์ประสาทเทียมที่มีข้อมูลอินพุตหลายหน่วย	6
รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์ของแบบจำลองเซลล์ประสาทเทียม.....	7
รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทเทียมที่เป็นโครงข่ายแบบชั้นเดียว	8
รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์ของการเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทเทียมที่เป็นโครงข่ายแบบชั้นเดียว	9
รูปที่ 2.6 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่มีหลายชั้น.....	10
รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์ของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวน N ชั้น.....	11
รูปที่ 2.8 ฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้นที่ใช้ในโครงข่ายประสาทเทียม.....	12
รูปที่ 3.1 สัญลักษณ์ของโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมของเอลแมน .ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า	

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	เปรียบเทียบช่วงค่าตัวแปรตามระดับคะแนนตัวแปร ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัย แล้งตามวิธีการประเมินโดยระบบผู้เชี่ยวชาญและการใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม	19
ตารางที่ 4.1	อัตราการคายระเหยอ้างอิงของพืชในลุ่มน้ำห้วยป่าเลา	35
ตารางที่ 4.2	ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วย ป่าเลา	36
ตารางที่ 4.3	ปริมาณฝนสูงสุด ที่ช่วงเวลา 1 ถึง 5 วัน ของสถานีวัดน้ำฝน อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ (36013)	41
ตารางที่ 4.4	ปริมาณฝนสูงสุดที่รอบการเกิดซ้ำต่างๆ ที่ช่วงเวลา 1 ถึง 5 วัน ของสถานีวัดน้ำฝน อ. เมือง จ.เพชรบูรณ์ (36013)	42
ตารางที่ 4.5	ปริมาณน้ำฝนรายสัปดาห์ ที่สถานีวัดน้ำฝน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ (36013)	43
ตารางที่ 4.6	ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีเฉลี่ย ของสถานีวัดน้ำท่าในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ ห้วยป่าเลา	46
ตารางที่ 4.7	แสดง โครงข่ายประสาทเทียมที่ให้ผลการทำนายที่ดีที่สุดในการณี A.....	49

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

เนื่องจากสภาพแวดล้อมของโลกมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ ขึ้น อาทิ สภาพะเรือนกระจก เป็นสาเหตุให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ส่งผลให้สภาพอากาศ มีการแปรปรวน ก่อให้เกิดภัยพิบัติจากธรรมชาติ เช่น อุทกภัย วาตภัย และดินถล่ม ที่มีความรุนแรงมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันแนวทางการพัฒนาประเทศที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่เป็นหลัก ทำให้สภาพแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลาย นิเวศน์ทางธรรมชาติเสื่อมศุล ด้วยเหตุดังกล่าวการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติจึงทวีความรุนแรงขึ้นเป็นลำดับ ตัวอย่างที่เห็นได้อย่างเด่นชัดคือเหตุการณ์ดินถล่มที่บ้านน้ำก้อ ตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ของวันที่ 11 สิงหาคม 2544 เกิดน้ำป่าพัดบ้านเรือนประชาชนหายไปทั้งหมด ทั้งหมู่บ้านราบเป็นหน้ากลอง มีผู้เสียชีวิตมากมายถึง 147 ศพ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการที่มีหัวใจสำคัญอยู่ที่การมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ร่วมกันเรียนรู้ร่วมกันแสวงหาปัญหา และคิดค้นแนวทางออกเพื่อแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาที่เป็นเรื่องอันเป็นฉันทามติของชุมชน ไม่ว่าจะเป็นปัญหาทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง ส่งเสริมกิจกรรมกลุ่ม ทำงานร่วมกันทั้งแก้ปัญหา และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีนักวิจัยภายนอกทำหน้าที่เป็นผู้เอื้ออำนวย หรือวิทยากรกระบวนการร่วมกับนักวิจัยชุมชนที่เป็นชาวบ้าน ดังนั้น การวิจัยจึงสร้างคุณลักษณะของการเรียนรู้แบบพหุภาคี พร้อมกับบังเกิดผลพลอยได้ที่เป็นจิตสำนึกตระหนักในปัญหา หน้าที่ และร่วมกันแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการแก้ไขปัญหาได้ถูกต้องตรงตามความต้องการ

เรื่องภัยพิบัติเป็นเรื่องที่ชุมชนต้องร่วมมือกันทั้งในแง่ความคิด ความสามัคคี เนื่องจากภัยพิบัติที่เกิดขึ้นชุมชนสามารถจัดการตนเองได้ถึงแม้จะไม่มากแต่ก็ช่วยชะลอความรุนแรงที่จะเกิดขึ้นในชุมชนได้ โดยแต่ละชุมชนใช้วิธีการจัดการภัยพิบัติด้วยภาคประชาชนเอง คือ คนในชุมชนต้องไม่รอให้ใครมาช่วยเหลือ เพราะภัยพิบัติไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่จะอย่างไรให้สามารถใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับภัยพิบัติได้นั้นคือสิ่งที่คนในชุมชนต้องช่วยกันคิดช่วยกันทำ รวมทั้งต้องหาวิธีการแก้ปัญหาแบบยั่งยืน ชุมชนท้องถิ่นต้องมีกลไก มีแผนในการจัดการภัยพิบัติ พลังชุมชนในวันนี้จะเป็นแรงผลักดันทำให้การจัดการปัญหาภัยพิบัติด้วยตนเองสำเร็จลุล่วงก็ต่อเมื่อทุกฝ่ายหันหน้าเข้าหากันระดมความคิด วางแผนหาแนวทางป้องกันภัยพิบัติในระยะยาว เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาภัยพิบัติอย่างยั่งยืน ของชุมชนต่อไป

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) เกิดขึ้นจากนักวิทยาศาสตร์ได้ ทำการศึกษาการทำงานของสมองมนุษย์ ส่วนประกอบของระบบประสาทของมนุษย์นั้นจะ ประกอบด้วยระบบหลัก ๆ สามระบบด้วยกัน ได้แก่ ระบบส่วนการรับรู้ ทำหน้าที่รับรู้สัมผัสจาก สิ่งแวดล้อมภายนอกของร่างกายแล้วจะเปลี่ยนสัญญาณเป็นคลื่นไฟฟ้าส่งผ่านสัญญาณข้อมูลไปยัง ส่วนที่สองหรือสมอง ซึ่งทำหน้าที่แปลสัญญาณคลื่นไฟฟ้าที่ได้รับ แล้วส่งผลที่ได้ไปยังส่วน ผลลัพธ์ เพื่อส่งออกไปสู่ส่วนเอาพุตสนองต่อสิ่งที่ได้รับรู้

สมอง ประกอบด้วยนิวรอน หรือเซลล์สมองซึ่งเป็นหน่วยพื้นฐานที่ประกอบเป็นเนื้อเยื่อ สมอง นิวรอนมีส่วนประกอบสำคัญคือตัวเซลล์ ที่มีนิวเคลียสอยู่ภายใน ถัดจากตัวเซลล์ คือแอกซอน และเดนไดรต์ เป็นเส้นใยประสาททำหน้าที่รับส่งสัญญาณประสาท ซึ่งเดนไดรต์ประกอบด้วยเส้น ใยประสาทจำนวนมากอยู่รอบๆ ตัวเซลล์ทำหน้าที่รับสัญญาณประสาทจากเซลล์อื่นๆ ส่วนแอกซอน เป็นเส้นใยประสาทเส้นเดียวยื่นออกจากตัวเซลล์ ทำหน้าที่ส่งสัญญาณประสาทออกจากเซลล์ไปยังเซลล์ อื่นๆ ที่ส่วนปลายของแอกซอน จะแยกเป็นแขนงเรียกว่า Axonal Arborization ซึ่งส่วนปลายของ Axonal Arborization มีจุดเชื่อมต่อเล็กๆ เรียกว่าจุดประสานประสาท ในแต่ละ Axonal Arborization มีจำนวนจุดประสานประสาทไม่เท่ากันซึ่งทำให้เกิดระดับการเชื่อมต่อ ที่ไม่เท่ากัน อีก ทั้งจำนวนจุดประสานประสาทดังกล่าวสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดช่วงชีวิต

นิวรอลเน็ตเวิร์คเป็นระบบที่มีส่วนประกอบซึ่งจำลองรูปแบบการทำงานจากระบบของ สมองมนุษย์ หน้าที่และการทำงานของนิวรอลสามารถสร้างให้มีขนาดใหญ่และสามารถเทรน ระบบเพื่อนำไปใช้งานเฉพาะได้ หลักการทำงานของนิวรอลจะอาศัยการปรับค่าเวท ในระบบ การทำงานของนิวรอลจะมีการเปรียบเทียบเอาพุตของนิวรอลที่ได้กับค่าของเป้าหมาย ที่กำหนด หากในกรณีที่ค่าเอาพุตมีค่าแตกต่างหรือ ไม่เท่ากับค่าเป้าหมาย ระบบของนิวรอลจะทำการปรับ ค่าของเวท ไปจนกว่าค่าของเอาพุต ตัวใหม่มีค่าเท่ากับค่าเป้าหมาย ซึ่งการเทรนนิวรอลเพื่อให้ระบบ มีการเรียนรู้ ต้องมีข้อมูลที่ป้อนเข้าหรือข้อมูลที่เป็นอินพุต และค่าที่ใช้เป็นค่าเป้าหมาย เพื่อใช้ในการ เปรียบเทียบนั้นจะต้องมีการจัดข้อมูลให้เป็นไปแบบคู่ลำดับ เพื่อใช้ในการเทรนเน็ตเวิร์ค

ดังนั้นคณะวิจัยจึงเสนอแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการ แบบมีส่วนร่วมเพื่อการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัด เพชรบูรณ์ โดยอาศัยความร่วมมือของทุกภาคส่วน โดยเฉพาะคนในชุมชนซึ่งเป็นหัวใจสำคัญอยู่ที่ การมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ร่วมกันเรียนรู้ร่วมกันแสวงหาปัญหา และคิดค้นแนวทางออกเพื่อ แก้ไขปัญหาหรือพัฒนาที่เป็นเรื่องอันเป็นฉันทามติของชุมชน ทำงานร่วมกันทั้งแก้ปัญหา และ พัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยใช้จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบเตือนภัยและระบบการ เฝ้าระวังน้ำหลากและดินถล่มโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1) เพื่อการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์
- 2) เพื่อศึกษาถึงรูปแบบ ข้อจำกัด ปัญหาและอุปสรรคในการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม โดยมีขอบเขตของการดำเนินการแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของการออกแบบเครื่องมือและโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานโครงข่ายประสาทเทียม และส่วนของการพัฒนาเครื่องมือและโปรแกรมตามที่ออกแบบและทดสอบการใช้งานจริง

- 1) ส่วนของการออกแบบเครื่องมือและโปรแกรมสำหรับโครงข่ายประสาทเทียม การออกแบบอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัด และการส่งสื่อสารข้อมูลคุณลักษณะของอุปกรณ์ ที่ออกแบบ ประกอบด้วย

1.1) ความสามารถในการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของดิน

1.2) ความเร็วในการส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมเซนเซอร์แต่ละจุดสามารถเป็นได้ทั้งเครื่องรับและเครื่องส่ง สามารถรับและส่งต่อข้อมูลไปยังเซนเซอร์ตัวอื่นได้

- 2) คุณลักษณะของโปรแกรมที่ออกแบบ ประกอบด้วย ความสะดวกในการใช้โปรแกรม

2.1) โปรแกรมสามารถอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายที่สร้างขึ้น

2.2) โปรแกรมสามารถตั้งค่าการเคลื่อนตัวของดินเพื่อให้แจ้งเตือนตามต้องการได้

- 3) ส่วนของการพัฒนาโปรแกรมแสดงผล

3.1) การพัฒนาในส่วนที่ทำหน้าที่แสดงผลและรายงานผล

3.2) การพัฒนาในส่วนที่ทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการใช้โปรแกรม

- 4) ด้านพื้นที่ที่ใช้วิจัย

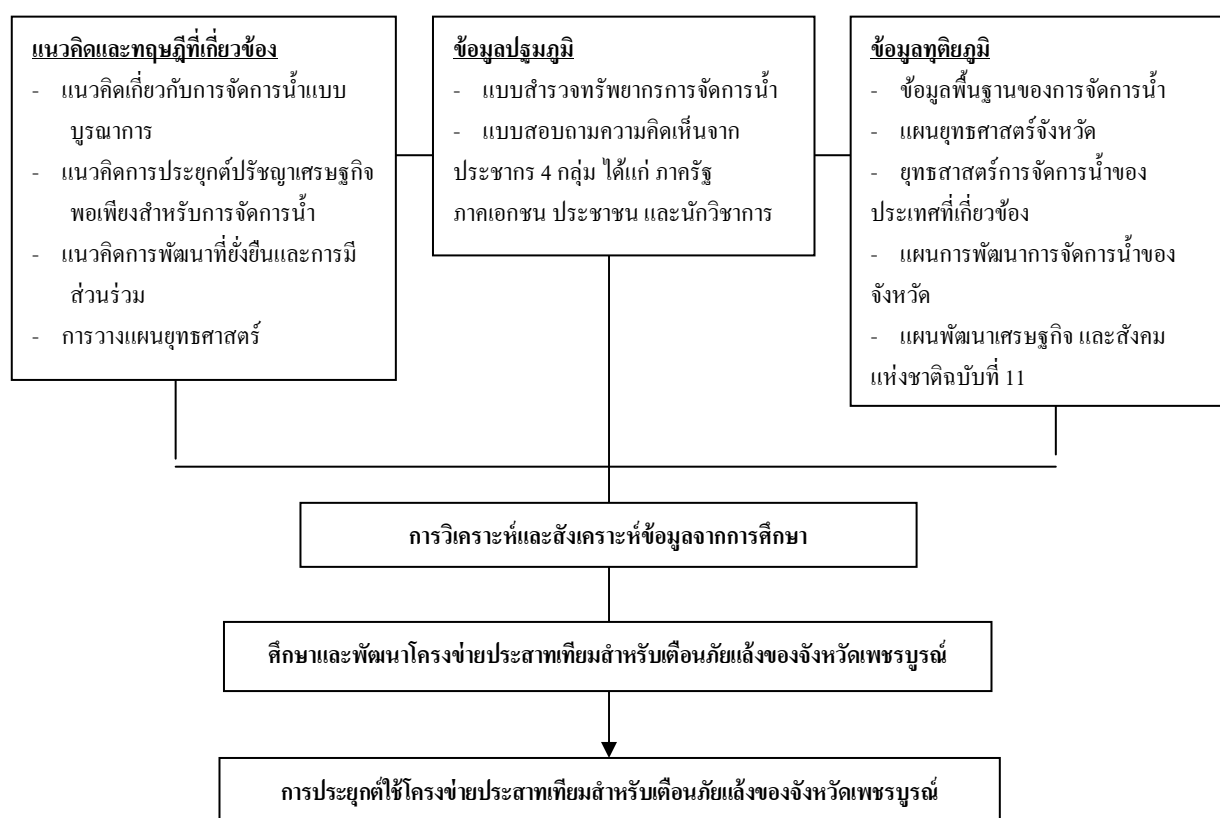
พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เกิดภัยแล้งเป็นประจำทุกปี

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

กลุ่มเป้าหมายที่จะได้ประโยชน์โดยตรงได้แก่นักวิจัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการเตือนภัย ตลอดจนประชาชนทั่วไป โดยประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับคือ

- 1) ได้ฐานข้อมูลการวิจัยสำหรับการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์
- 2) ได้รูปแบบ ข้อจำกัด ปัญหาและอุปสรรคในการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์ของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
- 3) ได้กระบวนการและองค์ประกอบหลักของการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์ของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง
- 4) ได้แนวทางการผันน้ำและแหล่งเก็บกักน้ำบริเวณที่ราบลุ่มเพื่อบรรเทาอุทกภัย และแก้ปัญหาวิกฤตการณ์น้ำ จากการขาดแคลนน้ำ ในลุ่มน้ำวังตามแนวทางปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

1.5 กรอบแนวคิดของการวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์
มีแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

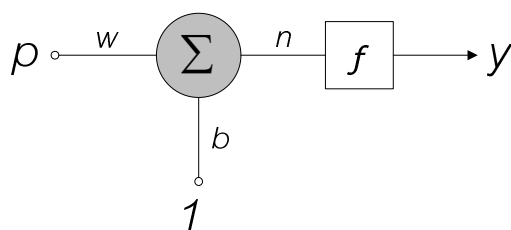
- 1) สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม
- 2) ฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้น
- 3) กฎการเรียนรู้
- 4) การเรียนรู้แบบแพร่กลับ
- 5) หลักการทั่วไปของกฎการเรียนรู้แบบแพร่กลับ
- 6) ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดภัยแล้ง
- 7) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) เกิดขึ้นจากการจำลองหลักการ
ทำงานของสมองมนุษย์ ซึ่งประกอบด้วย ระบบส่วนการรับรู้ (Receptors) ทำหน้าที่รับรู้สัมผัสจาก
สิ่งแวดล้อมภายนอกของร่างกายแล้วจะเปลี่ยนสัญญาณเป็นคลื่นไฟฟ้าส่งผ่านสัญญาณข้อมูลไปยัง
ส่วนที่สองหรือสมอง (Neural Net) ซึ่งทำหน้าที่แปลสัญญาณคลื่นไฟฟ้าที่ได้รับ แล้วส่งผลที่ได้ไป
ยังส่วนผลลัพธ์ (Effectors) เพื่อส่งออกไปสู่ส่วนเอาต์พุตสนองต่อสิ่งที่ได้รับรู้ โครงสร้างของ
โครงข่ายประสาทเทียมจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่ แบบจำลองของเซลล์
ประสาทเทียม (Artificial Neuron Model) และสถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทเทียม
เป็นโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network Architecture) ดังต่อไปนี้

2.1.1 แบบจำลองของเซลล์ประสาทเทียม

แบบจำลองเซลล์ประสาทเทียมเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Model)
ที่ใช้ในการจำลองการทำงานของเซลล์สมองของมนุษย์ ในรูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของเซลล์
ประสาทเทียมพื้นฐานที่มีจำนวน ข้อมูลอินพุต (input, p) เพียงข้อมูลเดียว โดยข้อมูลอินพุตดังกล่าว
จะถูกนำไปคูณด้วยน้ำหนัก (weight, w) และนำไปรวมเข้ากัน ค่าไบอัส (bias or offset, b) ซึ่งอาจถือ
ว่าเป็นข้อมูลอินพุตอีกตัวหนึ่งที่มีค่าน้ำหนักคงที่เท่ากับ 1 ผลรวมที่ได้นั้นเรียกว่า ข้อมูลเอาต์พุต
สุทธิ (net output, n) ซึ่งข้อมูลเอาต์พุตสุทธิ จะถูกส่งต่อไปให้กับ ฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้น (non-linear
activation function, f) เพื่อเปลี่ยนเป็น ข้อมูลเอาต์พุต (output, y) ในขั้นตอนสุดท้าย

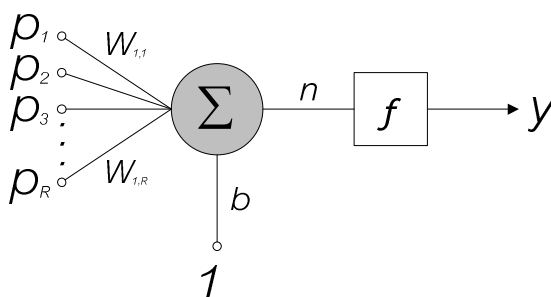


รูปที่ 2.1 โครงสร้างของแบบจำลองเซลล์ประสาทเทียมที่มีข้อมูลอินพุตหน่วยเดียว

จากโครงสร้างของแบบจำลองเซลล์ประสาทเทียมสามารถนำมาเขียนให้อยู่ในรูปสมการคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

$$y = f(wp + b) \quad (2.1)$$

เมื่อสังเกตจากสมการจะพบว่าข้อมูลเอาต์พุตที่ได้จากแบบจำลองเซลล์ประสาทเทียมนี้จะมีค่าขึ้นอยู่กับ ค่าน้ำหนัก ค่าไบอัส และชนิดฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้น ดังนั้น จึงถือว่าทั้งสามส่วนเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญของเซลล์ประสาทเทียม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วค่าน้ำหนักและค่าไบอัสจะถูกปรับเปลี่ยนค่าตามกฎการเรียนรู้ ส่วนชนิดฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้นจะถูกเลือกโดยผู้ออกแบบเซลล์ประสาทเทียมตั้งแต่ต้น



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของแบบจำลองเซลล์ประสาทเทียมที่มีข้อมูลอินพุตหลายหน่วย

ในบางกรณีแบบจำลองเซลล์ประสาทเทียมอาจจะมีจำนวนข้อมูลอินพุตมากกว่าหนึ่งหน่วย ดังแสดงในรูปที่ 2.2 เป็นโครงสร้างของแบบจำลองเซลล์ประสาทเทียมที่มีข้อมูลอินพุตจำนวน R หน่วย โดยแต่ละข้อมูลอินพุตจะมีค่าน้ำหนักที่แตกต่างกันคูณเข้าก่อนนำไปรวมกับค่าไบอัสเพื่อให้เกิดเป็นข้อมูลเอาต์พุตสุทธิ สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$n = w_{1,1}p_1 + w_{1,2}p_2 + \dots + w_{1,R}p_R + b \quad (2.2)$$

หากเขียนให้อยู่ในรูปสมการเมตริกซ์จะได้ว่า

$$n = Wp + b \quad (2.3)$$

เมื่อ W และ p เป็นเมตริกซ์แถวของน้ำหนักและเมตริกซ์หลักของข้อมูลอินพุตตามลำดับ

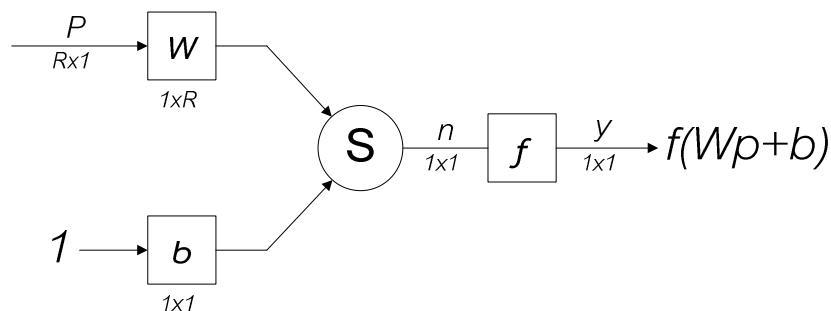
$$W_{1 \times R} = \{ w_{1,1} \quad w_{1,2} \quad w_{1,R} \} \quad (2.4)$$

$$P_{R \times 1} = \begin{Bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_R \end{Bmatrix} \quad (2.5)$$

ดังนั้น ข้อมูลนำออกที่ได้จากการนำข้อมูลเอาต์พุตสุทธิผ่านเข้าสู่ฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้นจึงสามารถเขียนได้เป็น

$$y = f(Wp + b) \quad (2.6)$$

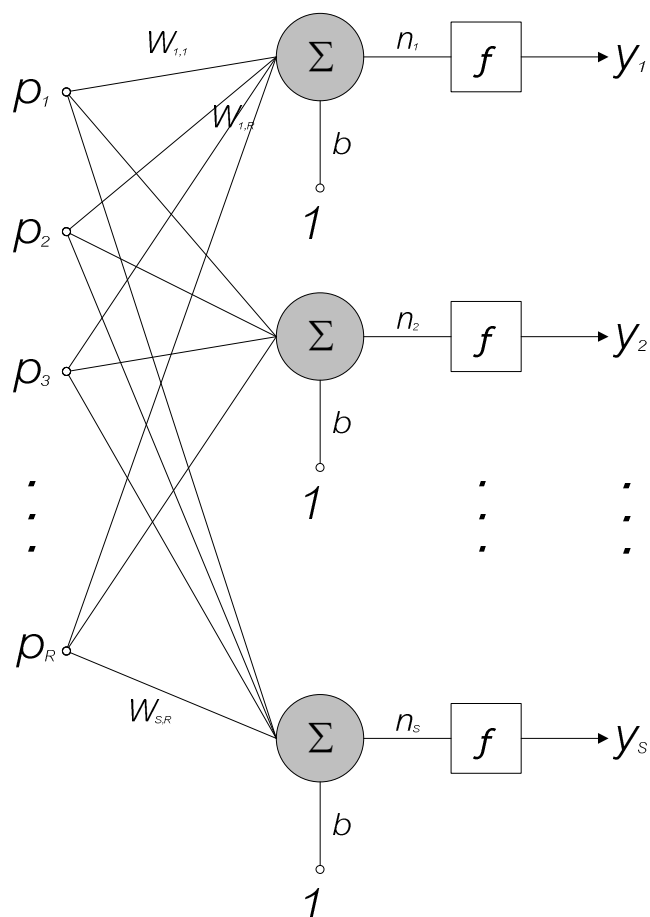
เมื่อเซลล์ประสาทเทียมถูกนำไปเชื่อมต่อเป็นโครงข่ายที่มีเซลล์ประสาทเทียมจำนวนมากอาจเขียนโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นโดยการใช้สัญลักษณ์ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์ของแบบจำลองเซลล์ประสาทเทียม

2.1.2 สถาปัตยกรรมการเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทเทียม

ในการนำเอาเซลล์ประสาทเทียมไปใช้งานนั้นมักนำเอาเซลล์ประสาทเทียมหลายเซลล์ไปเชื่อมต่อกันแบบขนานเป็นชั้น (Layer) ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทเทียมที่เป็นโครงข่ายแบบชั้นเดียว

ในรูปที่ 2.4 เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่ประกอบขึ้นจากการนำเอาเซลล์ประสาทเทียมจำนวน S เซลล์ มาต่อแบบขนานทำให้เกิดเป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว (single layer) โดยโครงข่ายประสาทเทียมนี้มีจำนวนข้อมูลอินพุตเท่ากับ R หน่วย ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ในรูปของเมทริกซ์ตัวแปรได้ดังนี้

$$y = f(Wp + b) \quad (2.7)$$

เมื่อ y , W , p และ b เป็นเมทริกซ์ของข้อมูลเอาต์พุต น้ำหนัก ข้อมูลอินพุต และค่าไบอัส ตามลำดับ

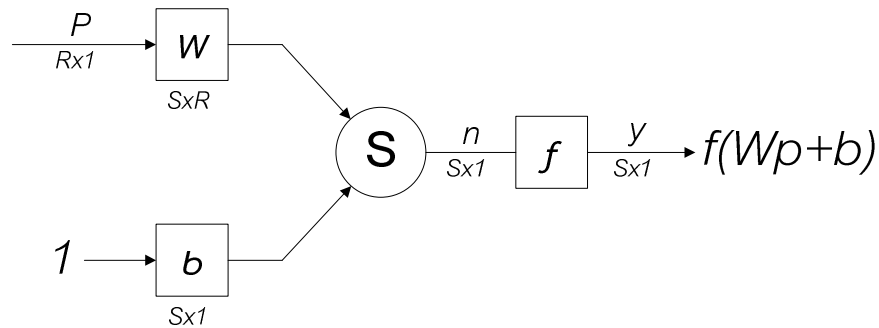
$$y_{S \times 1} = \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_S \end{Bmatrix} \quad (2.8)$$

$$W_{S \times R} = \begin{Bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \cdots & w_{1,R} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \cdots & w_{2,R} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_{S,1} & w_{S,2} & \cdots & w_{S,R} \end{Bmatrix} \quad (2.9)$$

$$p_{S \times 1} = \begin{Bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_R \end{Bmatrix} \quad (2.10)$$

$$b_{S \times 1} = \begin{Bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_S \end{Bmatrix} \quad (2.11)$$

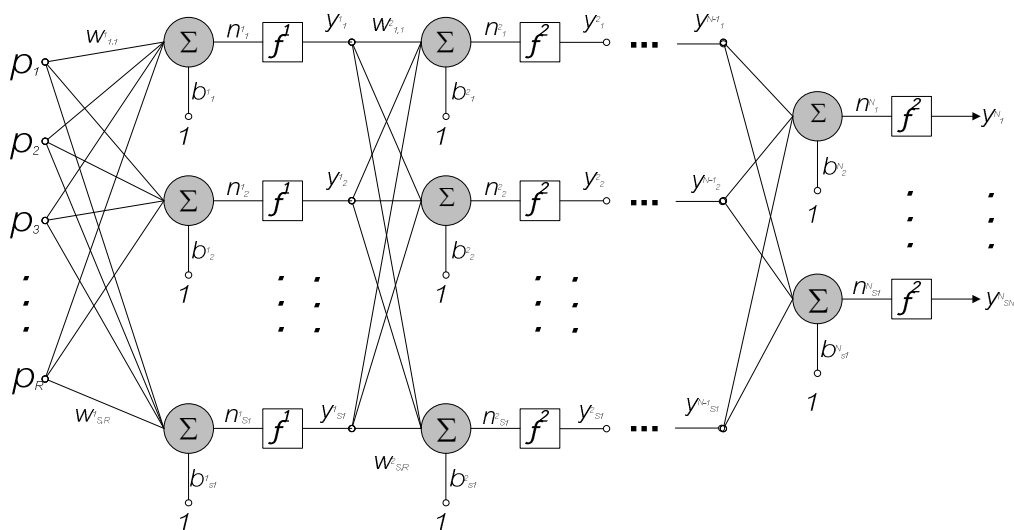
โดยทั่วไปแล้วจำนวนของข้อมูลอินพุตกับจำนวนชั้นของเซลล์ประสาทเทียมที่นำมาต่อขนานกันเป็นชั้นนั้นไม่จำเป็นต้องเท่ากัน เช่นเดียวกันกับชนิดฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้นของแต่ละเซลล์ประสาทเทียมก็ไม่จำเป็นต้องเลือกใช้เป็นชนิดเดียวกันทั้งหมด สำหรับสัญลักษณ์ของการเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทเทียมที่เป็นโครงข่ายแบบชั้นเดียวสามารถเขียนได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.5



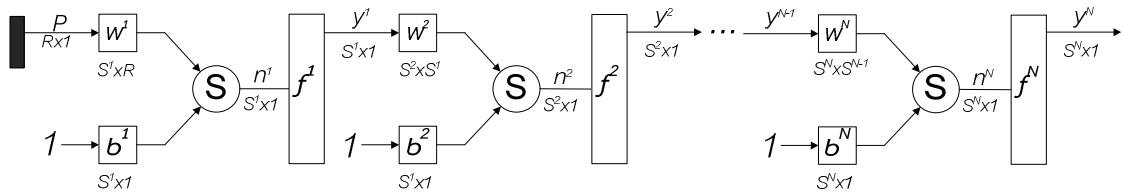
รูปที่ 2.5 สัญลักษณ์ของการเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทเทียมที่เป็นโครงข่ายแบบชั้นเดียว

ความสามารถในการประมวลผล และการเก็บข้อมูลของโครงข่ายประสาทจะอยู่ในรูปของโครงสร้างคู่ขนาน (Parallel Structure) การกระจายน้ำหนัก (Distributed) และการถ่ายทอดข้อมูลระหว่างชั้นประมวลผล (Interactive) ความสามารถในการประมวลผลของโครงข่ายถูกเก็บไว้ในหลายที่ เช่น ในรูปแบบการต่อเชื่อมระหว่างหน่วยประมวลผลและในน้ำหนักการต่อเชื่อมระหว่างสองข้อมูลเข้ากับหน่วยประมวลผล สำหรับการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมขึ้นนั้นจะต้องมีกระบวนการฝึกสอนซ้ำๆ เพื่อให้โครงข่ายได้ปรับเปลี่ยนน้ำหนักระหว่างหน่วยประมวลผล เป้าหมายของการฝึกสอนคือ กระบวนการที่จะทำให้ได้เซตของน้ำหนักที่สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการฝึกสอนอยู่ในรูปแบบที่ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปใช้ในการกำหนดรูปแบบของข้อมูลในชั้นแสดงผล กระบวนการทั้งหมดนี้เรียกว่าการเรียนรู้ของโครงข่าย ซึ่งมีอยู่ 2 แบบหลักๆ คือ การเรียนรู้ภายใต้การควบคุม (Supervised Learning) และการเรียนรู้แบบไม่มีการควบคุม (Unsupervised Learning) สำหรับการเรียนรู้ภายใต้การควบคุมนั้นเป็นกรณีที่ใช้ตัวอย่างในการฝึกสอนโดยมีข้อมูลเข้า (Input) และข้อมูลออก (Target Output) เพื่อใช้ในการฝึกสอน โดยโครงข่ายจะกรองข้อมูลเข้า ประมวลผลและสร้างข้อมูลออกขึ้นมา และจะนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลออก (Target Output) ของตัวอย่างการฝึกสอน หากข้อมูลออกที่ได้จากการประมวลผลไม่สอดคล้องกับตัวอย่างการฝึกสอน โครงข่ายจะปรับเปลี่ยนน้ำหนักใหม่เพื่อให้ได้ข้อมูลออกที่ดีและมีความใกล้เคียงมากกว่า ซึ่งความสัมพันธ์ของข้อมูลนำเข้าและชั้นข้อมูลออกของแต่ละชั้นมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$y^1 = f^1(W^1p + b^1) \quad y^2 = f^2(W^2y^1 + b^2) \quad y^N = f^N(W^Ny^{N-1} + b^N) \quad (3.12)$$



รูปที่ 2.6 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่มีหลายชั้น



รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์ของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวน N ชั้น

สำหรับ รูปที่ 2.7 เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนโครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้างหลายชั้น เมื่อสังเกตโครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้างหลายชั้นจะพบว่าพารามิเตอร์ที่ต้องออกแบบจำนวนมาก ดังนั้นสิ่งแรกของการออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้างหลายชั้นผู้ออกแบบต้องทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวเสียก่อน ได้แก่ จำนวนของข้อมูลอินพุต จำนวนข้อมูลเอาต์พุต จำนวนชั้นซ่อนเร้นของโครงข่าย จำนวนเซลล์ประสาทในแต่ละชั้นซ่อนเร้น ชนิดของฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้นของแต่ละเซลล์ประสาทเทียมที่อยู่ในแต่ละชั้น อย่างไรก็ตามวิธีการกำหนดพารามิเตอร์เหล่านี้ไม่มีกฎเกณฑ์ที่ชัดเจน ในบางปัญหาการออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนชั้นซ่อนเร้นน้อยกว่าอาจมีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนชั้นซ่อนเร้นมากกว่าก็เป็นได้ แต่ในการใช้งานทั่วไปโครงข่ายที่มีชั้นซ่อนเร้นหนึ่งหรือสองชั้นก็เพียงพอต่อการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

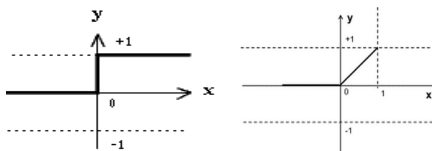
2.2 ฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้น

ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) หรือ ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) มีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งการจะนำฟังก์ชันชนิดไหนมาใช้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของปัญหาและขอบเขตของผลลัพธ์ว่ามีค่าที่ต่อเนื่องหรือไม่ โดยทั่วไปจะแบ่งฟังก์ชันกระตุ้นออกเป็น 2 รูปแบบคือ ฟังก์ชันกระตุ้นเชิงเส้นตรงและฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้น การเลือกใช้ฟังก์ชันกระตุ้นในเซลล์ประสาทเทียมจะขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบที่จะนำเอาโครงข่ายประสาทเทียมไปประยุกต์ใช้ฟังก์ชันกระตุ้นเชิงเส้นตรงและฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้นที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานในโครงข่ายประสาทเทียมมีอยู่หลายแบบดังแสดงในรูปที่ 2.8

Hard Limit

$$y=0 \text{ when } x<0$$

$$y=1 \text{ when } x\geq 0$$

**Positive Linear**

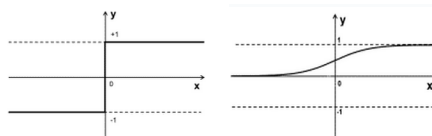
$$y=0 \text{ when } x<0$$

$$y=x \text{ when } x\geq 0$$

Symmetrical Hard Limit

$$y=-1 \text{ when } x<0$$

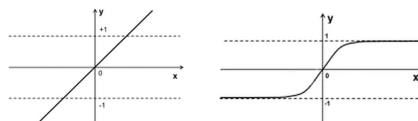
$$y=+1 \text{ when } x\geq 0$$

**Log-sigmoid**

$$y = \frac{1}{1 - e^{-n}}$$

Linear

$$y=x$$

**Hyperbolic Tangent****Sigmoid**

$$y = \frac{1}{e^{-n} + e^n}$$

รูปที่ 2.8 ฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้นที่ใช้ในโครงข่ายประสาทเทียม

2.3 กฎการเรียนรู้

การเรียนรู้เป็นลักษณะพื้นฐานของความสามารถในการประมวลผล แม้ว่ารายละเอียดเกี่ยวกับการเรียนรู้ของโครงข่ายจะเป็นเรื่องยาก ที่จะอธิบายให้อยู่ในรูปสูตรสำเร็จ การเรียนรู้มีความสำคัญต่อการพัฒนาโครงสร้างและน้ำหนักการเชื่อมต่อระหว่างหน่วยประมวลผลภายในโครงข่ายให้มีประสิทธิภาพ โดยปกติโครงข่ายจะเรียนรู้น้ำหนักการเชื่อมต่อจากตัวอย่างที่ใช้ในการฝึกสอน ประสิทธิภาพของโครงข่ายจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ได้พัฒนาปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำหนักการเชื่อมต่อภายในโครงข่ายอย่างซ้ำๆ และต่อเนื่อง การจะทำความเข้าใจหรือออกแบบกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประการแรกจะต้องกำหนดลักษณะโครงสร้างและรูปแบบการทำงานของโครงข่ายก่อน ซึ่งจะต้องทราบว่าข้อมูลเข้าและข้อมูลออกของโครงข่ายคืออะไร อันจะนำไปสู่การพิจารณาเลือกใช้รูปแบบการเรียนรู้ และประการที่สองต้องทำความเข้าใจถึงการพัฒนาและปรับเปลี่ยนน้ำหนักการเชื่อมต่อของโครงข่าย ซึ่งหมายถึงกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายที่จะนำไปใช้ในการปรับเปลี่ยนน้ำหนักนั่นเอง

รูปแบบการเรียนรู้มีอยู่ 3 รูปแบบ คือ การเรียนรู้แบบมีการควบคุม (Supervised), แบบไม่มีการควบคุม (Unsupervised), และแบบผสมผสาน (Hybrid) การเรียนรู้ของโครงข่ายเกี่ยวเนื่องกับ 3 ส่วนหลัก ๆ คือ (1) ความจุ (Capacity) หมายถึง ความสามารถในการจัดเก็บรูปแบบน้ำหนักการเชื่อมต่อหลาย ๆ แบบ รวมถึงขอบเขตการทำงานของโครงข่าย, (2) ความซับซ้อนของตัวอย่างฝึกสอน (Sample Complexity) ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดจำนวนตัวอย่างที่จะใช้ในการฝึกสอนเพื่อเป็นการสร้างความเชื่อมั่นว่าโครงข่ายนั้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง และไม่เกิดข้อผิดพลาด หากตัวอย่างการฝึกสอนน้อยเกินไปก็จะทำให้โครงข่ายเกิดการแกว่ง (Over-fitting) และ (3) ความซับซ้อนในการคำนวณ (Computational Complexity) สามารถบ่งชี้ความซับซ้อนในการคำนวณได้จากระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้และแก้ปัญหาจากตัวอย่างการฝึกสอน เพื่อใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งอยู่ในรูปของคู่ข้อมูลอินพุต (input) และเป้าหมาย (target) ที่ต้องการให้โครงข่ายประสาทเทียมตอบสนองต่อรูปแบบของชุดข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

$$\{p_1, t_1\}, \{p_2, t_2\}, \dots, \{p_Q, t_Q\} \quad (2.13)$$

เมื่อ p_i, t_i เป็นข้อมูลอินพุตและค่าเป้าหมายของข้อมูลรับเข้านั้นๆ ตามลำดับ

เมื่อข้อมูลอินพุตถูกป้อนให้กับโครงข่ายประสาทเทียม ข้อมูลเอาต์พุตของโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับเป้าหมายของข้อมูลอินพุตนั้นๆ หากค่าทั้งสองแตกต่างกัน โครงข่ายประสาทเทียมก็จะย้อนกลับไปทำการปรับค่าน้ำหนักประสาทและค่าไบอัสตามกฎการเรียนรู้ที่เลือกไว้เพื่อให้ข้อมูลนำออกจากโครงข่ายเข้าสู่เป้าหมายที่ต้องการมากที่สุด

2.4 การเรียนรู้แบบแพร่กลับ

คุณสมบัติสำคัญของโครงข่ายประสาทเทียม คือ ความสามารถในการเรียนรู้จากตัวอย่าง โดยพยายามคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Input) และผลลัพธ์ (Output) การเรียนรู้นี้จะเริ่มจากการสุ่มค่าน้ำหนัก (Weight) และค่าเบี่ยงเบนเริ่มต้น (Bias) ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากค่าเริ่มต้นจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จริง ค่าที่แตกต่างกันจะถูกนำมาปรับค่าน้ำหนักและค่าเบี่ยงเบนโดยวิธีลองผิดลองถูก (Trial and Error) จนได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงหรือตรงกับผลลัพธ์จริง ค่าน้ำหนักและค่าเบี่ยงเบนสุดท้ายจะถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลใหม่

วิธีการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้กฎการเรียนรู้แบบแพร่กลับให้กับโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวน N ชั้น เริ่มต้นจากการป้อนคู่ข้อมูลชุดตัวอย่างในรูป ข้อมูลอินพุต-ข้อมูลเป้าหมาย ให้แก่โครงข่ายประสาทเทียม

$$\{p_1, t_1\}, \{p_2, t_2\}, \dots, \{p_Q, t_Q\} \quad (2.14)$$

ข้อมูลอินพุตที่ป้อนให้แก่โครงข่ายประสาทเทียมจะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลเอาต์พุตในชั้นแรกของโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

$$y^0 = p \quad (2.15)$$

ส่วนข้อมูลเอาต์พุตของชั้นต่อไปสามารถคำนวณหาได้จาก

$$y^{l+1} = f^{l+1}(W^{l+1}y^l + b^{l+1}) \quad (2.16)$$

เมื่อ $l=0,1,2, \dots, N-1$ เป็นลำดับของชั้นซ่อนเร้นในโครงข่าย ตามลำดับ

จากสมการที่ผ่านมาจะพบว่าข้อมูลเอาต์พุตจากชั้นสุดท้าย (N) ของโครงข่ายประสาทเทียมก็คือ y^N นั่นเอง เมื่อป้อนข้อมูลอินพุต p ให้กับโครงข่ายประสาทเทียม โครงข่ายประสาทเทียมจะนำเอาข้อมูลที่ได้รับไปคำนวณหาข้อมูลเอาต์พุตในแต่ละชั้นไปเป็นลำดับ ด้วยค่าน้ำหนักและค่าไบอัสที่กำหนดไว้เริ่มต้น จนกระทั่งได้ข้อมูลเอาต์พุตจากโครงข่ายประสาทเทียมในชั้นสุดท้าย y^N ข้อมูลเอาต์พุตนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลเป้าหมาย t ด้วยกฎการเรียนรู้แบบแพร่กลับเพื่อทำการปรับพารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียม อันได้แก่ น้ำหนักประสาทและค่าไบอัส เพื่อให้มีความคลาดเคลื่อนแบบกำลังสอง (mean square error) ระหว่างข้อมูลนำออกในชั้นสุดท้ายกับข้อมูลเป้าหมายให้น้อยที่สุดต่อไป

จะพบว่าสำหรับแต่ละชุดของข้อมูลอินพุตและข้อมูลเป้าหมายที่ป้อนให้แก่โครงข่ายประสาทเทียมจะต้องมีการคำนวณค่าข้อมูลเอาต์พุตของแต่ละชั้นของโครงข่ายถัดไปเรื่อยๆ จนได้ข้อมูลเอาต์พุตในชั้นสุดท้าย กระบวนการดังกล่าวนี้จะถูกเรียกว่า การป้อนไปหน้า (feedforward) หลังจากได้ข้อมูลเอาต์พุตของโครงข่ายในชั้นสุดท้ายแล้ว ก็ทำการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนแบบกำลังสองเพื่อนำไปปรับพารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียมใหม่ซึ่งเป็นกระบวนการที่ถูกเรียกว่า การแพร่กลับ (backpropagation) นั่นเอง กระบวนการทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นสลับกันไปเรื่อยๆ และจะยุติลงเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนแบบกำลังสอง (mean square error) ระหว่างข้อมูลเอาต์พุตในชั้นสุดท้ายกับค่าเป้าหมายมีค่าน้อยที่สุดหรืออยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดให้กับโครงข่าย

สำหรับรายละเอียดของที่มาของกฎการเรียนรู้แบบแพร่กลับในการปรับพารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียมจะไม่ขอนำมาเสนอในที่นี้ เนื่องจากมีปรากฏอยู่ในหนังสือตำราที่เกี่ยวกับโครงข่ายประสาทเทียมทั่วไป แต่จะได้นำเสนอเฉพาะรายละเอียดของการเปลี่ยนพารามิเตอร์ดังกล่าวเท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

$$W_{new}^m(k+1) = \eta W_{old}^m(k) - (1-\eta)\alpha\delta^m(k)y^{m-1}(k) \quad (2.17)$$

$$b_{new}^m(k+1) = b_{old}^m(k) - (1-\eta)\alpha\delta^m(k) \quad (2.18)$$

โดยที่ α เป็นค่าคงที่ของการเรียนรู้ (learning rate) มีช่วงค่าอยู่ระหว่าง 0-1, η เป็นค่าคงที่โมเมนตัม (momentum) มีช่วงค่าอยู่ระหว่าง 0-1, ค่า k เป็นจำนวนรอบที่ของการเรียนรู้ และ δ^m เป็นค่าความไวของค่าความผิดพลาด (error sensitivity) ของชั้นข้อมูลเอาต์พุตที่ m เมื่อ m เป็นชั้นข้อมูลเอาต์พุตใดๆ ของโครงข่ายประสาทเทียมที่อยู่ในรูปที่ 2.7 ตามลำดับ สำหรับค่าความไวของค่าความผิดพลาดของแต่ละชั้นข้อมูลเอาต์พุต δ^m ในแต่ละรอบ k สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\delta^m = f'(n_i^m) \sum_{l=1}^{S^{m+1}} \delta_l^{m+1} w_{i,l}^{m+1} \quad \text{สำหรับ } m \text{ ที่เป็นชั้นข้อมูลเอาต์พุตใดๆ} \quad (2.19)$$

$$\delta^N = -2(t_i - y_i^N) f'(n_i^N) \quad \text{สำหรับ } m=N \text{ ซึ่งเป็นชั้นข้อมูลเอาต์พุตชั้นสุดท้าย} \quad (2.20)$$

เมื่อ $i=1, 2, \dots, S^N$ เป็นลำดับของเซลล์ประสาทที่อยู่ในชั้นโครงข่าย 1 โดยที่ S^N เป็นจำนวนเซลล์ประสาททั้งหมดที่อยู่ในแต่ละชั้นโครงข่ายไปประสาทลำดับที่ 1

เนื่องจากประสิทธิภาพการคำนวณของโครงข่ายประสาทเทียมมีความสัมพันธ์กับค่าคงที่ของการเรียนรู้ ค่าคงที่โมเมนตัม และจำนวนรอบที่ของการเรียนรู้โดยตรง ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าถ้าใช้ค่าคงที่ของการเรียนรู้ที่มีค่าสูงจะทำให้ผลการคำนวณของโครงข่ายลู่เข้าสู่ค่าเป้าหมายได้เร็วขึ้นแต่จะค่าที่คำนวณได้จะมีการแกว่งตัวไม่ราบเรียบ Rumelhart และคณะ (1986) ได้เสนอวิธีการแกว่งของข้อมูลเพื่อให้ผลการคำนวณเอาต์พุตสู่ค่าเป้าหมายเป็นไปอย่างราบเรียบโดยการกำหนดค่าโมเมนตัมสูงๆ ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้ค่า $\alpha = 0.1$ และ $\eta = 0.9$ ด้วยจำนวนรอบของกระบวนการเรียนรู้จำนวน $k=10,000$ รอบ

2.5 สรุปหลักการทั่วไปของกฎการเรียนรู้แบบแพร่กลับ

กระบวนการทำงานของกฎการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมสามารถสรุปได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมโดยกำหนด จำนวนข้อมูลอินพุต จำนวนข้อมูลเอาต์พุต จำนวนชั้นซ่อนเร้นในโครงข่าย จำนวนเซลล์ประสาทเทียมที่อยู่ในแต่ละชั้น ฟังก์ชันกระตุ้นไม่เชิงเส้นแต่ละชั้น ค่าน้ำหนักประสาทและค่าไบอัสของแต่ละเซลล์ประสาทเทียม

กระบวนการป้อนไปหน้า :

ขั้นตอนที่ 2 ป้อนตัวอย่างของชุดข้อมูลอินพุตและข้อมูลเป้าหมายให้แก่โครงข่ายประสาทเทียมในรูปของเมตริกซ์

$$\{p_1, t_1\}, \{p_2, t_2\}, \dots, \{p_Q, t_Q\}$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณข้อมูลเอาต์พุตของเซลล์ประสาทเทียมทุกตัวในโครงข่ายประสาทเทียม

$$y^{l+1} = f^{l+1}(W^{l+1}y^l + b^{l+1})$$

ขั้นตอนที่ 4 ทำการคำนวณหาผลต่างระหว่างข้อมูลเอาต์พุต (y) และข้อมูลเป้าหมาย (t) ถ้าผลต่างที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้กระบวนการเรียนรู้ถือว่าสิ้นสุด แต่ถ้าหากผลต่างที่เกิดขึ้นมีค่าเกินช่วงที่ยอมรับได้กระบวนการเรียนรู้จะเข้าสู่กระบวนการแพร่กลับซึ่งอยู่ในขั้นตอนต่อไป

กระบวนการแพร่กลับ :

ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์หาความคลาดเคลื่อนแบบกำลังสองเพื่อนำมาปรับค่าน้ำหนักประสาทและค่าไบอัสให้เป็นค่าน้ำหนักประสาทและค่าไบอัสตัวใหม่ดังนี้

$$\begin{aligned} W_{\text{new}}^m(k+1) &= \eta W_{\text{old}}^m(k) - (1-\eta)\alpha\delta^m(k)y^{m-1}(k) \\ b_{\text{new}}^m(k+1) &= b_{\text{old}}^m(k) - (1-\eta)\alpha\delta^m(k) \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 6 นำค่าน้ำหนักประสาทและค่าไบอัสตัวใหม่ที่คำนวณได้ใน ขั้นตอนที่ 5 ย้อนกลับไปสู่กระบวนการเรียนรู้แบบป้อนไปหน้าซึ่งก็คือกลับไปขั้นตอนที่ 2 ใหม่อีกครั้ง

2.6 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดภัยแล้ง

สภาวะฝนแล้ง หรือความแห้งแล้งของลมฟ้าอากาศ (Drought) คือ ภัยธรรมชาติอันเกิดจากการมีฝนตกน้อยกว่าปกติ หรือฝนไม่ตกตามฤดูกาล ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำใช้ พืชพรรณต่างๆ ขาดน้ำหล่อเลี้ยง ขาดความชุ่มชื้น ทำให้พืชผลไม่สมบูรณ์ หรือเจริญเติบโตให้ผลตามปกติ เกิดความเสียหาย และความขาดแคลนทั่วไป ความรุนแรงของฝนแล้ง ขึ้นอยู่กับความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน ระยะเวลาที่เกิดความแห้งแล้ง และความกว้างใหญ่ของพื้นที่ที่เกิดความแห้งแล้ง (2538, อ้างโดย บริษัท ไอศับเบิ้ลยูบี – สยามเท็ค จำกัด, 2541)

สมิทธ (2534) ศรีณีและคณะ (2524) และกรมอุตุนิยมวิทยา (2533) ได้แบ่งสาเหตุของความแห้งแล้งเป็นสองกลุ่ม คือ ความแห้งแล้งที่เกิดจากเหตุการณ์ธรรมชาติ ความแห้งแล้งที่ยากต่อการควบคุม คือความแห้งแล้งที่เกิดจากเหตุการณ์ธรรมชาติ เนื่องด้วยธรรมชาติได้ถูกคุกคามและเปลี่ยนแปลงด้วยพลังมนุษย์ จนกลายเป็นการทำลายสมดุลของธรรมชาติหรือระบบ ทำให้เกิดความแห้งแล้ง เนื่องจากปัจจัยดังนี้การขาดแคลนน้ำฝน ฝนที่ตกในประเทศไทยและในเขตแห้งแล้งทั่วไป มีฝนตกเนื่องจากมรสุมและลมพายุ สาเหตุของการขาดแคลนน้ำฝนอาจเป็นเพราะลมมรสุมเริ่มต้นช้า และมรสุมสิ้นสุดเร็วกว่าปกติ รวมทั้งพายุเคลื่อนที่เข้าสู่ประเทศไทยอาจมีการเปลี่ยนทิศทางหรือมีความเร็วต่ำ

1. อิทธิพลของลมและอุณหภูมิลมหรืออากาศ ในลักษณะที่เคลื่อนที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้น และลักษณะต่างๆ ของภูมิอากาศ การเกิดลมที่มีอัตราความเร็วสูง จะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมีผลต่อการเกิดความแห้งแล้ง

2. ความชื้นในบรรยากาศ ความชื้นในบรรยากาศเป็นปัจจัยในการเกิดฝนซึ่งมีปัจจัยร่วมกับ Condensation nuclei และกระบวนการควบแน่น การมีความชื้นที่พอเหมาะย่อมเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดฝนได้ บางพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นโดยลมแรงหรือลมร้อนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ในขณะที่ความชื้นในบรรยากาศเป็นตัวควบคุมอัตราการระเหยน้ำ ถ้าความชื้นมากการระเหยจะน้อย ความแห้งก็จะเกิดได้ยากกว่าภาวะการณ์ระเหยมาก

3. ความเย็นของน้ำในมหาสมุทร ในหลักการทางวิทยาศาสตร์บรรยายไว้ว่าโมเลกุลของสารทุกชนิดจะมีการเคลื่อนที่เสมอ อุณหภูมิที่สูงขึ้นการเคลื่อนที่จะเร็วขึ้น น้ำในมหาสมุทรก็เช่นกัน โมเลกุลจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก็จะหนีจากผิวน้ำมหาสมุทรกลายเป็นไอน้ำขึ้นสู่บรรยากาศชั้นบนเนื่องจากความร้อนของโลกเพิ่มขึ้น มีการละลายของน้ำแข็งที่ขั้วโลก ทำให้ฝนอาจจะตกน้อยลงเพราะไม่มีการเกิดไอน้ำตามปกติ อีกกรณีหนึ่งที่จะเกิดขึ้น คือ ไอน้ำจากแหล่งน้ำที่ระเหยเคลื่อนที่ผ่านภาวะน้ำทะเลเย็น อาจมีผลทำให้ชะลอหรือหยุดเคลื่อนที่เนื่องจากความหนาแน่นเพิ่มขึ้นหรือบางส่วนกลั่นตัวเป็นเมฆหมอก แล้วตกลงสู่ทะเลมหาสมุทรอีก จึงทำให้พื้นที่บนบกแห้งแล้งได้

4. กิจกรรมของดิน ดินป่าไม้เป็นดินที่มีชีวิต หมายถึง ดินที่มีกิจกรรมของสิ่งมีชีวิต ทั้งรากพืชเองและสิ่งมีชีวิต หรือสัตว์ในดิน ทำให้ดินมีโครงสร้างที่เอื้อให้น้ำถูกเก็บไว้ในดินได้มาก มีทั้ง Micropores และ Macropores คละกัน ทำให้น้ำฝนที่ตกลงมาถูกดูดซับไว้แล้วค่อยถูกปลดปล่อยสู่ลำห้วยลำธารทำให้ไม่เกิดความแห้งแล้งได้ อย่างไรก็ดี ชนิดพืชที่ปกคลุม ความหนาแน่น และภัยที่จะเกิดขึ้น เป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้กิจกรรมของดินเปลี่ยนแปลงไป

ความแห้งแล้งที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ กิจกรรมของมนุษย์ที่มีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดความแห้งแล้งและสร้างภาวะความสมบูรณ์ของน้ำได้ ซึ่งกิจกรรมทั้งหมดจะเกี่ยวข้องกับความสุขของมนุษย์ ทั้งดำเนินการเพื่อปัจจัยสี่หรือมากกว่า

1. การทำลายป่า ป่าไม้เป็นพืชปกคลุมดินที่ธรรมชาติสร้างเอาไว้ภายในระบบป่าไม้ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต กิจกรรมตามธรรมชาติของสิ่งเหล่านั้นทำให้ดินมีชีวิตทำให้ดินสามารถเก็บน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้น ในป่าดงดิบธรรมชาติดินสามารถดูดซับน้ำไว้ได้แล้วค่อยๆปลดปล่อยหล่อเลี้ยงลำธารตลอดปี ความจริงป่าบางชนิดที่มีดินหนา อินทรีย์วัตถุสูงและป่าหนาไม่ถูกรบกวนแล้ว อาจถูกดูดซับน้ำฝนที่ตกลงมาได้มากถึง 300 มิลลิเมตร จึงเห็นได้ว่าการไม่ทำลายป่าเป็นการผดุงไว้ซึ่งความชุ่มชื้น การทำลายป่าด้วยวิธีใดก็ตามจะก่อให้เกิดความแห้งแล้งตามมาไม่มากก็น้อย

2. การทำการเกษตร การทำการเกษตรไม่ว่าจะปลูกพืชหรือเลี้ยงสัตว์ ล้วนส่งผลให้เกิดความแห้งแล้งได้ ดังได้กล่าวแล้วในส่วนของ การชะล้างพังทลายของดิน การเกษตรกรรมที่ผิดวิธีก่อให้เกิดการพังทลายของดิน ซึ่งจะก่อให้เกิดความแห้งแล้งตามมา สาเหตุสำคัญก็คือ ทำให้การเก็บกักน้ำในดินมีน้อยลงหรือไม่มีเลย เพราะไม่มีการซึมน้ำผ่านผิวดินลงไปเก็บเลย นอกจากนี้การใช้ยาปราบศัตรูพืช มีผลทำให้ดินตาม ไม่มีกิจกรรม ดินจึงเก็บน้ำไม่ได้มากเท่าที่ควรจะเป็นความแห้งแล้งก็จะตามมาด้วย การเลี้ยงสัตว์นอกเหนือจากปล่อยให้กินหรือทำลายสิ่งปกคลุมดินแล้ว การเหยียบย่ำดินให้แน่นตัว ทำให้ดินไม่เก็บน้ำ มีผลทำให้เกิดความแห้งแล้งด้วย

3. การก่อสร้างและการทำเหมืองแร่ การก่อสร้างได้แก่ ถนน การตั้งถิ่นฐานและการทำเหมืองแร่ มีผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลาย มีส่วนทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินไม่สามารถเก็บน้ำในบริเวณที่ต้องการได้ จึงทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำ

จากรายงานโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งเป็นโครงการของศูนย์ข้อมูลสารสนเทศ สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ภายใต้โครงการมียาชาว่า โดยมีศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นที่ปรึกษา ได้สรุปสาเหตุของการเกิดความแห้งแล้งมีสาเหตุดังนี้

1. การแปรปรวนของลมฟ้าอากาศ ทำให้ฝนตกน้อยกว่าปกติหรือไม่ตกต้องตามฤดูกาล จำนวนวันที่ฝนตกน้อยกว่าเกณฑ์เฉลี่ยหรือฝนทิ้งช่วงนานผิดปกติ
2. การขาดความสมดุลของธรรมชาติ จึงไม่เอื้ออำนวยต่อการเกิดฝน
3. การเปลี่ยนแปลงสภาพสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การตัดไม้ทำลายป่าต้นน้ำ
4. การใช้น้ำที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการพัฒนาพื้นที่ทั้งทางด้านเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม รวมทั้งการเพิ่มของประชากร

สีใส ยี่สุนแสง (2547) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจังหวัดพิษณุโลก พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและความเสี่ยงของการเกิดภัยแล้งตามกลุ่มปัจจัย พบว่า ความเสี่ยงต่อภัยแล้งของพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ ($R=0.95$) มากกว่าปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน ($R=0.88$) ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ ($R=0.91$) และปัจจัยด้านน้ำฝน ($R=0.88$) ได้ทำการศึกษาช่วงชั้นข้อมูลปัจจัยและเปรียบเทียบค่าระดับชั้นข้อมูลโดยใช้วิธีระบบผู้เชี่ยวชาญ (Mathematical analysis) และวิธีสถิติการจำแนกกลุ่ม (Discriminant analysis) ผลที่ได้สามารถเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบช่วงค่าตัวแปรตามระดับคะแนนตัวแปร ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งตามวิธีการประเมินโดยระบบผู้เชี่ยวชาญและการใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม

ระดับน้ำหนัก	ช่วงค่าตัวแปรตามวิธีการประเมิน โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงค่าตัวแปรตาม โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม
ปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝน		
	1. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (30 ปี)	
4	- น้อยกว่า 1,039.90 มม.	- น้อยกว่า 1,168.44 มม.
3	- ระหว่าง 1,039.90 – 1,329.64 มม.	- 1,168.44 – 1,322.47 มม.
2	- ระหว่าง 1,039.90 – 1,329.64 มม.	- 1,322.47 – 1,296.86 มม.
1	- มากกว่า 1,623.44 มม.	- มากกว่า 1,623.44 มม.
	2. จำนวนวันที่ฝนตกภายในปีเฉลี่ย (30 ปี)	
4	- น้อยกว่า 60.66 วัน	- น้อยกว่า 76.84 วัน
3	- ระหว่าง 60.66 – 78.55 วัน	- 76.84 – 87.60 วัน
2	- ระหว่าง 78.55 – 96.44 วัน	- 87.60 – 95.60 วัน

ระดับน้ำหนัก	ช่วงค่าตัวแปรตามวิธีการประเมิน โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงค่าตัวแปรตาม โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม
1	- มากกว่า 96.44 วัน	- มากกว่า 96.44 วัน
	3. ปริมาณฝนที่เคยตกสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย (30 ปี)	
4	- น้อยกว่า 153.48 มม.	- น้อยกว่า 149.02 มม.
3	- ระหว่าง 153.48 – 200.62 มม.	- 149.02 – 177.83 มม.
2	- ระหว่าง 200.62 – 247.76 มม.	- 177.83 – 216.14 มม.
1	- มากกว่า 247.76 มม.	- มากกว่า 216.14 มม.
ปัจจัยด้านศักยภาพน้ำใต้ดินและลุ่มน้ำ		
	1. ความหนาแน่นของบ่อน้ำเฉลี่ย	
4	- น้อยกว่า 5.45 บ่อ/ตร.กม.	- น้อยกว่า 2.70 บ่อ/ตร.กม.
3	- ระหว่าง 5.45 – 15.41 บ่อ/ตร.กม.	- 2.70 – 4.99 บ่อ/ตร.กม.
2	- ระหว่าง 15.41 – 25.37 บ่อ/ตร.กม.	- 4.99 – 30.61 บ่อ/ตร.กม.
1	- มากกว่า 25.37 บ่อ/ตร.กม.	- มากกว่า 30.61 บ่อ/ตร.กม.
	2. ความสามารถให้น้ำของชั้นหินให้น้ำ	
4	- น้อยกว่า 5 ลบ.ม./ชม.	- น้อยกว่า 4.35 ลบ.ม./ชม.
3	- ระหว่าง 5 – 10 ลบ.ม./ชม.	- 8.81 – 10.92 ลบ.ม./ชม.
2	- ระหว่าง 10 – 15 ลบ.ม./ชม.	- 10.92 – 11.77 ลบ.ม./ชม.
1	- มากกว่า 15 ลบ.ม./ชม.	- มากกว่า 11.77 ลบ.ม./ชม.
	3. ความสามารถให้น้ำของบ่อบาดาล	
4	- น้อยกว่า 5 ลบ.ม./ชม.	- น้อยกว่า 4.35 ลบ.ม./ชม.
3	- ระหว่าง 5 – 7.5 ลบ.ม./ชม.	- 4.35 – 9.12 ลบ.ม./ชม.
2	- ระหว่าง 7.5 – 10 ลบ.ม./ชม.	- 9.12 – 15.45 ลบ.ม./ชม.
1	- มากกว่า 10 ลบ.ม./ชม.	- มากกว่า 15.45 ลบ.ม./ชม.
	4. ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย	
4	- น้อยกว่า 0.15 กม./ตร.กม.	- น้อยกว่า 0.25 กม./ตร.กม.
3	- ระหว่าง 0.15 – 0.30 กม./ตร.กม.	- 0.25 – 0.34 กม./ตร.กม.
2	- ระหว่าง 0.30 – 0.45 กม./ตร.กม.	- 0.34 – 0.35 กม./ตร.กม.
1	- มากกว่า 0.45 กม./ตร.กม.	- มากกว่า 0.35 กม./ตร.กม.
	5. ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	

ระดับน้ำหนัก	ช่วงค่าตัวแปรตามวิธีการประเมิน โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงค่าตัวแปรตาม โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม
4	- มากกว่า 3,000 ตร.ม.	- มากกว่า 3,392 ตร.ม.
3	- ระหว่าง 2,000 – 3,000 ตร.ม.	- 1,084 – 3,392 ตร.ม.
2	- ระหว่าง 1,000 – 2,000 ตร.ม.	- 936 – 1,084 ตร.ม.
1	- น้อยกว่า 1,000 ตร.ม.	- น้อยกว่า 936 ตร.ม.
ปัจจัยด้านระยะห่างจากแหล่งน้ำ		
	1. ระยะห่างจากเส้นลำน้ำที่ไหลทั้งปี	
4	- มากกว่า 3,000 เมตร	- มากกว่า 5.03 เมตร
3	- ระหว่าง 2,000 – 3,000 ตร.ม.	- 2.22 - 5.03 เมตร
2	- ระหว่าง 1,000 – 2,000 ตร.ม.	- 1.62 – 2.22 เมตร
1	- น้อยกว่า 1,000 ตร.ม.	- น้อยกว่า 1.62 เมตร
	2. ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน	
4	- มากกว่า 3,000 เมตร	- มากกว่า 43.16 เมตร
3	- ระหว่าง 2,000 – 3,000 ตร.ม.	- 27.91 - 43.16 เมตร
2	- ระหว่าง 1,000 – 2,000 ตร.ม.	- 14.31 – 27.91 เมตร
1	- น้อยกว่า 1,000 ตร.ม.	- น้อยกว่า 14.31 เมตร
	3. ระยะห่างจากพื้นที่ชลประทาน	
4	- นอกเขตระยะทางมากกว่า 2,000 เมตร	- มากกว่า 59.12 เมตร
3	- นอกเขตระหว่าง 1,000 – 2,000 เมตร	- 40.18 – 59.12 เมตร
2	- นอกเขตระหว่าง 0 - 1,000 ตร.ม.	- 21.32 – 40.18 เมตร
1	- ในเขตชลประทาน	- น้อยกว่า 21.32 เมตร
	4. ระยะห่างจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า	
4	- ระยะห่างมากกว่า 3,000 เมตร	- มากกว่า 18.07 เมตร
3	- ระหว่าง 2,000 – 3,000 ตร.ม.	- 11.46 – 18.07 เมตร
2	- ระหว่าง 1,000 – 2,000 ตร.ม.	- 8.17 – 11.46 เมตร
1	- ระยะห่างน้อยกว่า 1,000 ตร.ม.	- น้อยกว่า 8.17 เมตร
ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศและดิน		
	1. สภาพการระบายน้ำของดินจากกลุ่มข้อมูลกลุ่มดิน	
4	- การระบายน้ำดี-ดีเกินไป (4)	- น้อยกว่า 3.82

ระดับน้ำหนัก	ช่วงค่าตัวแปรตามวิธีการประเมิน โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ	ช่วงค่าตัวแปรตาม โดยใช้สถิติการจำแนกกลุ่ม
3	- การระบายน้ำปานกลาง-ดี (3)	- 3.33 – 3.38
2	- การระบายน้ำปานกลาง-เลว (2)	- 1.77 – 3.33
1	- การระบายน้ำเลวมาก-เลว (1)	- มากกว่า 1.77
	2. ความลาดชันของพื้นที่	
4	- มากกว่า 30%	- มากกว่า 23.92%
3	- ระหว่าง 15 - 30%	- 10.17 – 23.92%
2	- ระหว่าง 6 - 15%	- 3.77 – 10.17%
1	- น้อยกว่า 6%	- น้อยกว่า 3.77%
	3. สภาพพื้นที่ (สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง)	
4	- มากกว่า 600 เมตร	- มากกว่า 23.92%
3	- ระหว่าง 300 – 600 เมตร	- 416 – 673 เมตร
2	- ระหว่าง 100 – 300 เมตร	- 174 – 416 เมตร
1	- น้อยกว่า 100 เมตร	- น้อยกว่า 174 เมตร

อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงถึงการเกิดปัญหาความแห้งแล้งของแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างและหลากหลายกันออกไป โดยรายละเอียดของปัจจัยจะต้องพิจารณาตามสภาพพื้นที่ ขนาดพื้นที่ และลักษณะอื่นในพื้นที่ต่างๆ เป็นรายพื้นที่

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธวัช เกษสถิตย์ (2549) ศึกษาหลักการของโครงข่ายประสาทเทียมและการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อพยากรณ์ความเข้มการแผ่รังสีพลังงานแสงอาทิตย์ โดยกำหนดรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมให้มีจำนวนของอินพุต 4 อินพุต และมีเอาพุต 1 เอาพุต เพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลแบบรายปี และแบบรายเดือน จากการศึกษาพบว่าการพยากรณ์ค่าพลังงานรวมมีค่าต่ำกว่าค่าจริงร้อยละ 4.51 และค่าของพลังงานรวมทั้งปีที่พยากรณ์ได้มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงมากขึ้นในระยะเวลา 3 ปี (พ.ศ.2543 ถึง พ.ศ.2545) และการพยากรณ์ผลในปี พ.ศ.2546 ตรงกับข้อมูลค่าความเข้มแสงที่วัดค่าได้จริง สำหรับผลที่ได้จากการพยากรณ์แบบรายเดือนนั้นผลที่ได้จากการสอนก่อนข้างดีใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริง และผลของการพยากรณ์มีค่าต่ำกว่าค่าจริงเล็กน้อย โดยมีเปอร์เซ็นต์ของค่าความผิดพลาดต่ำกว่าการพยากรณ์แบบรายปี คิดเป็นร้อยละ 3.68 ดังนั้นผลการพยากรณ์ที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการที่จะนำไปใช้ในการออกแบบระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า หรือนำไปใช้เพื่อประกอบการพิจารณาออกแบบงานที่เกี่ยวข้องกับการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์ไปใช้งาน

Nam Dinh Thi (2006) ศึกษาวิธีการพยากรณ์ราคาหุ้นโดยการผสมผสานของวิธีการวิเคราะห์เชิงเทคนิค พืชชีลอจิก และโครงข่ายประสาทเทียม ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอมี 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเตรียมข้อมูลเก่าและคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนระหว่างข้อมูลราคาปิดที่เวลา t และ $t + n$ 2) การแยกส่วนของข้อมูลบนเอกภพสัมพัทธ์เป็นช่วง ๆ 3) การกำหนดเซตพืชชีบนเอกภพสัมพัทธ์ 4) การแปลงค่าความแปรปรวนเป็นค่าพืชชี 5) การคำนวณรูปแบบเชิงเทียน 6) การสอนโครงข่ายประสาทเทียม และ 7) การคำนวณราคาหุ้นเอาต์พุต ผลการดำเนินงานวิจัย วิธีการที่นำเสนอได้รับการทดสอบประสิทธิภาพ โดยใช้ข้อมูลราคาหุ้นจริงของบริษัทหลายบริษัทจากประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการทดสอบพบว่าวิธีการนี้มีค่าผิดพลาดเฉลี่ยกำลังสองต่ำ

บุษรา ลัมพิพัฒนางกูร (2549) ประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์โอกาสในการสำเร็จการศึกษาโดยใช้เทคนิคจินตริกอัลกอริทึมเพื่อเลือกลักษณะที่เหมาะสมก่อนนำไปใช้ในการพยากรณ์ด้วยเครือข่ายประสาท โดยทดสอบทั้งจินตริกอัลกอริทึมแบบวัตถุประสงค์เดียวและจินตริกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์ เปรียบเทียบกับเครือข่ายประสาทแบบทั่วไป จากการทดสอบพบว่า GA/ANN นั้นสามารถลดจำนวนลักษณะที่ใช้ในโมเดลได้อย่างชัดเจน โดย SGA/ANN สามารถลดจำนวน Feature ลดลง 42% และ MGA/ANN สามารถลดจำนวน Feature ลดลง 45% และเทคนิคที่เสนอนั้นยังให้ประสิทธิภาพการทำนายที่ใกล้เคียงกับการใช้เครือข่ายประสาทเพียงอย่างเดียว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเทคนิค ANN กับ SGA/ANN และเทคนิค ANN กับ MGA/ANN อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณาเปรียบเทียบในแง่ของความผันผวนของผลทำนายจะเห็นว่าเทคนิค ANN เพียงอย่างเดียว และเทคนิค MGA/ANN มีความคงตัวมากกว่าเทคนิค SGA/ANN

จารุมน หนูคง (2552) สร้างโมเดลพยากรณ์ราคายางพาราใน 3 เทคนิคได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม สมการถดถอยแบบโพลีโนเมียล และซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน โดยใช้ค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนเป็นตัวชี้วัด เพื่อเปรียบเทียบหาโมเดลที่เหมาะสมที่สุด ผลการศึกษาพบว่าเทคนิคของโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดเท่ากับ 0.01 ในขณะที่วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันให้ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0.0487 และวิธีสมการถดถอยแบบโพลีโนเมียลให้ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0.3133 ตามลำดับ ซึ่งโมเดลของเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมเป็นโมเดลที่เหมาะสมที่สุด สำหรับนำมาพัฒนาเป็นระบบพยากรณ์ราคายางพาราในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้เทคโนโลยี .NET ด้วยภาษา ASP.NET และใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล SQL Server 2000 เป็นเครื่องมือพัฒนาระบบ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์แนวโน้มของราคายางพารา และนำข้อมูลมาใช้ในการประกอบการตัดสินใจในการกำหนดวางแผนงานด้านอุตสาหกรรมยางพาราในอนาคต

ณัฐชา เพียรดี (2552) นำเสนอการพยากรณ์การผลิตฮาร์ดิสก์ของ บริษัท ฮิตาชิ ใกล้เคียงต่อเรจเทคโนโลยีส์(ประเทศไทย)จำกัด โดยนำโครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้น แบบแพร่กระจายย้อนกลับ สำหรับใช้สร้างโครงข่าย โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตที่ได้กับชนิดของส่วนประกอบหลัก และใช้ข้อมูลที่เก็บไว้ในรูปแบบของข้อมูลเชิงปริมาณโดยนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการสอนโครงข่ายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ กำหนดผลลัพธ์จากการทดลองมีค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ไม่เกิน $\pm 2\%$ จากนั้นได้ทำการทดลองและทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลแล้วพบว่าผลจากการทดสอบโมเดล 13-48-1 ให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MAE) ได้น้อยที่สุดอยู่ที่ 1.462 สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมามีคุณภาพในระดับดี

ชุตินาส ลำแดงฤทธิ์ (2552) ศึกษาเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองการเพิ่มทั่วไปและโครงข่ายประสาทเทียม กรณีศึกษาลุ่มน้ำยมสถานี Y.4 จังหวัดสุโขทัย โดยนำปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลกับปริมาณน้ำท่ามาใช้ในการพยากรณ์จำนวน 6 ปัจจัย ซึ่งกำหนดให้ตัวแปรต้น คือ ปริมาณน้ำท่าที่สถานี Y.4 และตัวแปรอิสระ ได้แก่ ปริมาณน้ำท่าที่สถานี Y.14 จังหวัดสุโขทัย ปริมาณน้ำท่าที่สถานี Y.1C ปริมาณน้ำฝนที่สถานี Y.1C จังหวัดแพร่ อุณหภูมิ และราคาข้าวที่จังหวัดสุโขทัย ซึ่งแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้และกลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ โดยนำปัจจัยทั้งหมดมาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยและพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าด้วยวิธีแบบจำลองการเพิ่มทั่วไป และโครงข่ายประสาทเทียม พบว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของวิธีแบบจำลองการเพิ่มทั่วไป คือ 502.68 เปอร์เซ็นต์ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม 19.01 เปอร์เซ็นต์ การพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความแม่นยำในการพยากรณ์สูงถึง 80.99 เปอร์เซ็นต์

นิรติยา ใจเสียง (2551) ศึกษาวิเคราะห์จำแนกสายพันธุ์ข้าวจากองค์ประกอบสารระเหยในเมล็ดข้าวที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิคเฮดสเปซ-แก๊สโครมาโทกราฟี โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม สำหรับพันธุ์ข้าวที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย 4 สายพันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 และข้าวพันธุ์ขาวตาแห้งทำการสุ่มเลือกตัวอย่างข้าว 12 ตัวอย่าง จากข้าวแต่ละพันธุ์ รวมตัวอย่างที่ใช้ทั้งหมด 48 ตัวอย่าง จากนั้นทำการกำหนดชุดข้อมูลสำหรับฝึกสอน จำนวน 24 ตัวอย่าง และชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ จำนวน 24 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม พบว่าสามารถจัดจำแนกพันธุ์ข้าวทั้งสี่สายพันธุ์ได้ถูกต้องทั้งหมด นอกจากนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์จำแนกพันธุ์ข้าวโดยใช้การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม พบว่าสามารถจำแนกพันธุ์ข้าวได้ถูกต้องทั้งหมดเช่นเดียวกัน

ปิติกุมิ โปสาวัง (2551) พัฒนาระบบรายงานระดับความวิตกกังวลของการจราจรทางบก และศึกษาความสามารถในการใช้งานได้ของระบบดังกล่าว รวมทั้งค้นหาตัวแบบการรายงานระดับความวิตกกังวลของการจราจรทางบกจากความคิดเห็นของผู้ใช้ถนนโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลจราจรจากระบบกล้องอัจฉริยะร่วมกับระบบสำรวจความคิดเห็นผ่านเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อทำการรวบรวมข้อมูลจราจรดังกล่าว ณ ทางด่วนดินแดง ในเขตกรุงเทพมหานคร ผู้ใช้ถนนทำการประเมินสภาพจราจรโดยพิจารณาจากชุดข้อมูลจราจร และแสดงความคิดเห็นต่อสภาพจราจรเป็นระดับความวิตกกังวลที่มีอยู่ 3 ระดับ คือ คล่องตัว หนาแน่นและติดขัด โครงข่ายประสาทเทียมถูกนำมาเรียนรู้และทดสอบ ผลจากการพัฒนาระบบรายงานระดับความวิตกกังวลของการจราจรทางบกเพื่อทำการทดสอบความสามารถในการใช้งานได้ พบว่า จุดแข็งของระบบนี้คือ ความเชื่อถือได้ในการใช้งานและประสิทธิผลในการใช้งาน ผลจากการค้นหาตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมของการประเมินระดับความวิตกกังวล พบว่า ค่าความแม่นยำตรงของตัวแบบเท่ากับ 94.99%

ปรกรณ์ อินทะเทพ (2545) ศึกษาการพยากรณ์อากาศโดยเฉพาะการพยากรณ์ฝนตก ทั้งการพยากรณ์ระยะสั้นและระยะยาวมีผลทางเศรษฐกิจเห็นได้ชัดเจน เช่นการพยากรณ์ฝนระยะยาวทำให้สามารถวางแผนเพาะปลูกได้ถูกต้อง การพยากรณ์ฝนระยะสั้นในเขตเมืองใหญ่มีผลถึงการวางแผนการระบายน้ำและการจราจร วิทยานิพนธ์นี้เสนอระบบการพยากรณ์ฝนในเขตกรุงเทพมหานครครอบคลุมระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยให้คำตอบเพียงลักษณะว่าฝนตกหรือไม่ เนื่องจากกรุงเทพมหานครมีลักษณะภูมิอากาศเฉพาะตัว จึงเลือกใช้ความเสถียรภาพของบรรยากาศและข้อมูลฤดูกาลเป็นข้อมูลหลักในการพยากรณ์ และได้เสนอให้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมชนิดเพอเซปตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron) ควบคู่กับการเรียนรู้แบบกระจายกลับ จากการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาช่วงปี พ.ศ.2537, 2539 และ 2542 ระบบโครงข่ายมีความถูกต้องในการพยากรณ์ 83.74% เมื่อทดสอบกับสภาพอากาศปี พ.ศ.2543

วรสกร ด้านกุล (2546) ศึกษาการนำหลักการและทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Backpropagation มาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์อัตราการไหล โดยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ Rsnnet เพื่อช่วยในการพยากรณ์ สำหรับการทดสอบได้ทำการคัดเลือกข้อมูลนำเข้าจากข้อมูลปริมาณน้ำของสถานีวัดปริมาณน้ำท่าและสถานีวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัดที่มีอิทธิพลต่อสถานีที่ต้องการพยากรณ์ สำหรับในการศึกษานี้การทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้ใช้ข้อมูลของแม่น้ำปราจีนบุรีเป็นกรณีศึกษา ผลจากการศึกษาพบว่าโปรแกรม RSnnet สามารถพยากรณ์อัตราการไหลรายวันของกรณีศึกษาแม่น้ำปราจีนบุรีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมที่ให้ค่าประสิทธิภาพในการพยากรณ์อัตราการไหลล่วงหน้า 1 วันสูงกว่า 98% แสดงให้เห็นว่าวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการพยากรณ์อัตราการไหลของแม่น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและโปรแกรม Rsnnet สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ต่อไป

สุประภาพร พัฒน์สิงห์เสนีย์ (2547) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลอง MIKE 11 และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่วมรายชั่วโมง สำหรับสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำปิงตอนบน ซึ่งประกอบด้วยสถานี P.1, P.67, P.73, P.75 และ PE.2 พบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมให้ผลลัพธ์ดีกว่าแบบจำลอง MIKE 11 และสำหรับการพิจารณาความเข้ากันได้ดีของปริมาณการไหลสูงสุดโดยการพิจารณาจากค่า Relative Root Mean Square Error of Peak Flows ($Peak_{RRMSE}$) พบว่าแบบจำลอง BPNN ให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับแบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง BPNN สามารถนำมาใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่วมในลุ่มน้ำปิงตอนบนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบจำลอง MIKE 11

ธีรยุทธ ใจตรง (2548) ศึกษาการพยากรณ์น้ำท่วมของอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อการบริหารจัดการอุทกภัย โดยใช้วิธีการเก็บกักระดับน้ำไว้ที่ระดับ 180.50 ม.รทก. (เก็บกักน้ำไว้มากกว่าเดิม 350 ล้าน ลบ.ม.) แล้วพยากรณ์การเกิดพายุดีเปรสชัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำล่วงหน้าด้วยปริมาณน้ำที่ไม่ทำให้เกิดน้ำท่วมด้านท้ายน้ำ (350 ลบ.ม./วินาที) และไม่ทำให้ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเกินกว่าระดับน้ำท่วมสูงสุดที่ออกแบบ 186.60 ม.รทก. ที่ PMF (ระดับน้ำไม่เกิน 183.50 ม.รทก. ที่คาบการเกิด 100 ปี) พบว่าเมื่อกำหนดระดับน้ำเริ่มต้นที่ 180.50 ม.รทก. ในปี พ.ศ.2521 และ พ.ศ.2523 ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ปลายเดือน ก.ย. จะอยู่สูงกว่าระดับเก็บกัก (182.00 ม.รทก.) เท่ากับ 0.82 ม. และ 1.40 ม. (ระดับน้ำที่เกิดขึ้นจริงในปีนั้นอยู่สูงกว่าระดับเก็บกัก 1.29 ม. และ 0.32 ม.) และในปี พ.ศ.2543 ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ปลายเดือน ก.ย. จะอยู่ต่ำกว่าระดับเก็บกัก 0.82 ม. (ระดับน้ำที่เกิดขึ้นจริงในปีนั้นจะอยู่ต่ำกว่าระดับเก็บกัก 1.26 ม.)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เพื่อการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์ และเพื่อศึกษาถึงรูปแบบ ข้อจำกัด ปัญหาและอุปสรรคในการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยอาศัยความร่วมมือของทุกภาคส่วน โดยเฉพาะคนในชุมชนซึ่งเป็นหัวใจสำคัญอยู่ที่การมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ร่วมกันเรียนรู้ร่วมกันแสวงหาปัญหา และคิดค้นแนวทางออกเพื่อแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาที่เป็นเรื่องอันเป็นฉันทามติของชุมชน ทำงานร่วมกันทั้งแก้ปัญหา และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยใช้จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบเตือนภัยและระบบการเฝ้าระวังน้ำหลากและดินถล่มโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

- 1) การเก็บรวบรวมข้อมูลและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
- 2) การกำหนดรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียม
- 3) การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม
- 4) การออกแบบโปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้ง
- 5) การทดสอบโปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้ง
- 6) ประเมินประสิทธิภาพของระบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้ง
- 7) การถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับชุมชน

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และทบทวนงานศึกษาวรรณกรรม งานวิจัยและแผนงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก ในด้านการจัดการน้ำในบรรยากาศ การจัดการน้ำบนผิวดิน และการจัดการน้ำบาดาล เพื่อที่จะหาแนวทางการวิจัยที่เหมาะสมในการบูรณาการเข้าด้วยกัน ประเมินผลเพื่อชี้ประเด็นประโยชน์และปัญหา และเงื่อนไขที่จะนำมาใช้กำหนดแนวทางการศึกษา สำรวจ และวิเคราะห์เพิ่มเติม

3.2 การกำหนดรูปแบบของโครงข่ายประสาทดเทียม

ข้อมูลที่จะสำรวจและจัดเก็บเพิ่มเติม ประกอบด้วย ข้อมูลทางสภาพภูมิประเทศและปฐพีกลศาสตร์ ได้แก่ แผนที่สภาพภูมิประเทศของพื้นที่โครงการ รูปตัดขวางของแม่น้ำ ลักษณะธรณีวิทยา และปฐพีกลศาสตร์ ข้อมูลประชากร การใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบันและแนวโน้มการใช้ที่ดินในอนาคตทั้งด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม พาณิชยกรรมและสาธารณูปโภคพื้นฐาน ผังการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต ข้อมูลเศรษฐกิจ-สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.3 การออกแบบโครงข่ายประสาทดเทียม

ข้อมูลที่จะเก็บรวบรวมและจัดทำฐานข้อมูล ประกอบด้วย แผนที่แสดงภูมิประเทศ และการสำรวจพื้นที่ของหน่วยงานต่างๆ สภาพปฐพีกลศาสตร์ และธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา ชลศาสตร์ อุทกศาสตร์ และสมุทรศาสตร์ เศรษฐกิจ-สังคมระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค และระดับชาติ ประชากร การใช้ประโยชน์ที่ดินและผังเมือง ทรัพยากรธรรมชาติ ระบบการชลประทานและระบบระบายน้ำรวม ระบบป้องกันน้ำท่วมและความเสียหายจากน้ำท่วม โครงสร้างพื้นฐานที่ใช้ควบคุมการไหลของน้ำ สภาพแวดล้อมและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

3.4 การออกแบบโปรแกรมโครงข่ายประสาทดเทียมสำหรับเตือนภัยแล้ง

ประกอบด้วยการศึกษาการศึกษาวเคราะห์ทางด้านอุตุนิยมวิทยา ชลศาสตร์ อุทกศาสตร์ และสมุทรศาสตร์ การศึกษาวเคราะห์การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานเพื่อจัดทำพื้นที่แก้มลิงด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์และการจัดแบ่งโซนการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งในสภาพปัจจุบันและอนาคตเบื้องต้น การศึกษาการดำเนินการของพื้นที่แก้มลิง ประกอบด้วย จุดรับน้ำ การกระจายน้ำ และการระบายน้ำออกจากพื้นที่แก้มลิง ทั้งกรณีบริหารจัดการน้ำหลากและกรณีการบริหารจัดการน้ำในฤดูแล้ง ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ การศึกษาและจัดทำระบบการติดตามน้ำแบบอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการติดตามประสิทธิผลและประสิทธิภาพของการดำเนินการโครงการทั้งก่อนและหลังการจัดทำโครงการ

3.5 การทดสอบโปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้ง

การติดตั้งระบบการติดตามสภาพน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการติดตาม การศึกษาประสิทธิผลและปรับปรุงประสิทธิภาพของการบรรเทาอุทกภัยของพื้นที่ลุ่มน้ำวัง ทั้งใน สภาพปัจจุบันและในอนาคต เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการพัฒนาและการดำเนินการพื้นที่แก้มลิงให้ เกิดประโยชน์มากที่สุด

3.6 การประเมินประสิทธิภาพของระบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้ง

ข้อมูลที่จะเก็บรวบรวมและจัดทำฐานข้อมูล ประกอบด้วย แผนที่แสดงภูมิประเทศ และ การสำรวจพื้นที่ของหน่วยงานต่างๆ สภาพภูมิประเทศศาสตร์ และธรณีวิทยา อุตุนิยมวิทยา ชลศาสตร์ อุทกศาสตร์ และสมุทรศาสตร์ เศรษฐกิจ-สังคมระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค และระดับชาติ ประชากร การใช้ประโยชน์ที่ดินและผังเมือง ทรัพยากรธรรมชาติ ระบบการชลประทานและระบบระบายน้ำรวม ระบบป้องกันน้ำท่วมและความเสียหายจากน้ำท่วม โครงสร้างพื้นฐานที่ใช้ควบคุมการไหลของน้ำ สภาพแวดล้อมและสิ่งแวดลอมที่เกี่ยวข้อง

3.7 การถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับชุมชน

ประกอบด้วยการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมในรูปแบบของการบูรณาการ การบริหารจัดการน้ำของกลุ่มน้ำวังโดยประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยเน้นการยึดทางสายกลาง ที่ สอดคล้องกับวิถีชีวิตสังคมไทย ภายใต้เงื่อนไขสำคัญ 3 ประการ สำหรับควบคุมแนวทางการวิจัย ได้แก่ เงื่อนไขคุณธรรม เงื่อนไขหลักวิชา และเงื่อนไขชีวิต เพื่อนำไปสู่การพัฒนาแบบองค์รวมที่ บูรณาการศาสตร์ทุกด้านเข้าด้วยกันภายใต้กระบวนการทำงานที่เชื่อมโยงต่อเนื่องกัน เป็นการพัฒนา อย่างสมดุลที่มีคนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน มุ่งเน้นให้ ประชาชนอยู่ร่วมกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อย่างสันติและเกื้อกูลกัน และมีการ อนุรักษ์และพัฒนาควบคู่กับการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างถูกต้องและไม่ทำลาย ธรรมชาติแวดล้อม

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา

4.1.1 อัตราการคายระเหยอ้างอิง

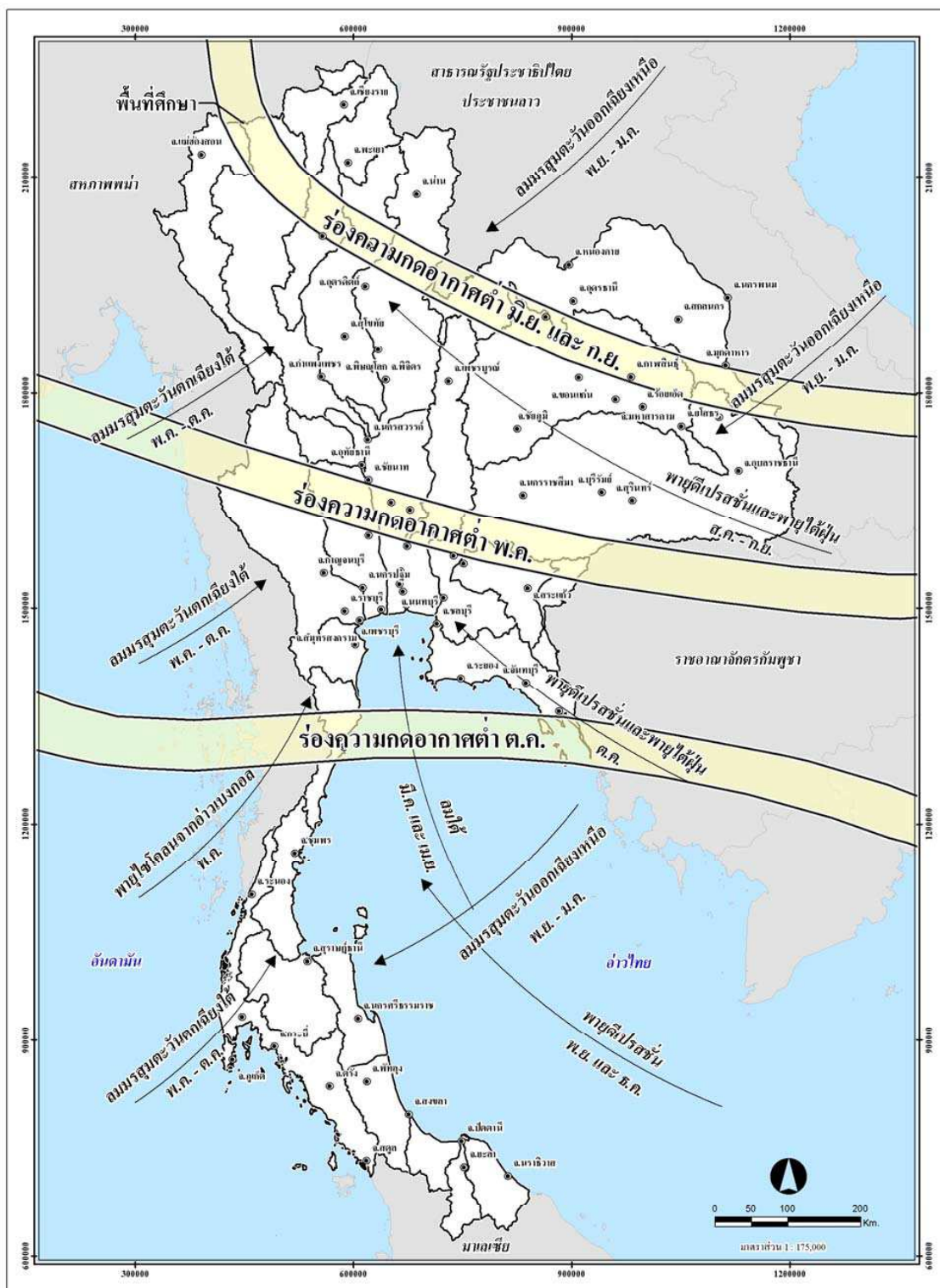
สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อิทธิพลของลมมรสุมทั้งสองนี้มีผลต่อสภาพภูมิอากาศของพื้นที่โครงการกล่าวคือ ประมาณตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงตุลาคม ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดพาเอาความชื้นในทะเลเข้ามาในภาคพื้นทวีป ทำให้เกิดฝนตกหนัก จากนั้นประมาณตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงกุมภาพันธ์ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดพาเอาความหนาวเย็นและแห้งแล้งจากประเทศจีนเข้ามาในพื้นที่ประเทศไทย และในพื้นที่โครงการ ทำให้อุณหภูมิในช่วงเวลาดังกล่าวลดต่ำลง และในช่วงระหว่างเดือนสิงหาคมและกันยายนอาจมีพายุฝนฟ้าคะนองในบางพื้นที่

การวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศในช่วงฤดูกาลต่างๆ ของพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยพิจารณาจากอิทธิพลของลมมรสุม ร่วมกับข้อมูลภูมิอากาศของสถานีตรวจวัดภูมิอากาศที่อยู่ใกล้พื้นที่โครงการมากที่สุด จากสถานีตรวจวัดภูมิอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ของกรมอุตุนิยมวิทยา จากสถิติข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี ระหว่าง ปี พ.ศ. 2527 ถึง พ.ศ.2556 ดังแสดงข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยไว้ในตารางที่

ฤดูฝน : ช่วงประมาณต้นเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม ซึ่งพื้นที่โครงการอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะมีฝนตกชุกเฉลี่ยเดือนละ 17 วัน ซึ่งอาจจะมีพายุหมุนเขตร้อนและดีเปรสชัน พัดเข้าสู่พื้นที่โครงการในช่วงนี้ด้วย ซึ่งจะทำให้ฝนตกหนัก โดยที่เดือนกันยายน เป็นเดือนที่มีปริมาณฝนที่ตกสูงที่สุดเฉลี่ย 200.8 มม. ปริมาณฝนที่ตกในช่วงฤดูฝนเฉลี่ยประมาณ 155.2 มม. ต่อเดือน ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงฤดูฝนจะมีค่าสูงกว่าช่วงเวลาอื่นๆ ในรอบปี โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 81% ขณะที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งปีมีค่าเฉลี่ยประมาณ 73%

ฤดูหนาว : ช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะพัดเอาความหนาวเย็นและแห้งแล้งเข้ามาสู่พื้นที่โครงการ ทำให้อากาศหนาวเย็น จนถึงหนาวจัดในบางปีเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุด ได้แก่ เดือนธันวาคม ซึ่งเคยต่ำที่สุดถึง 5.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาวเท่ากับ 24.6 องศาเซลเซียส

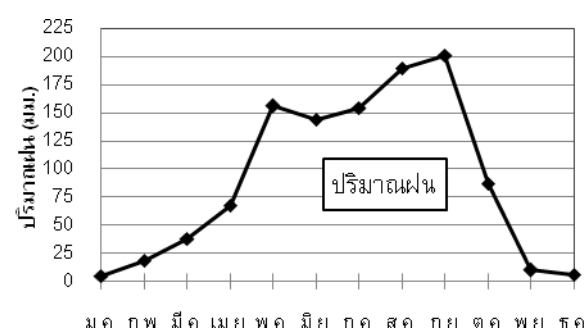
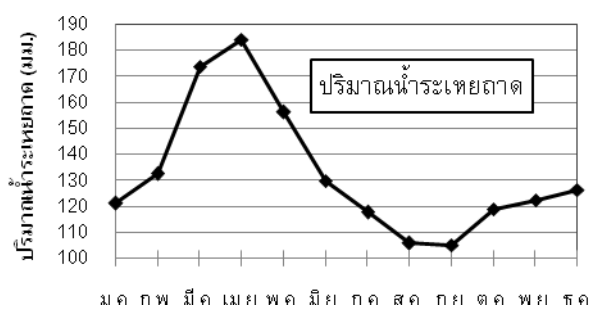
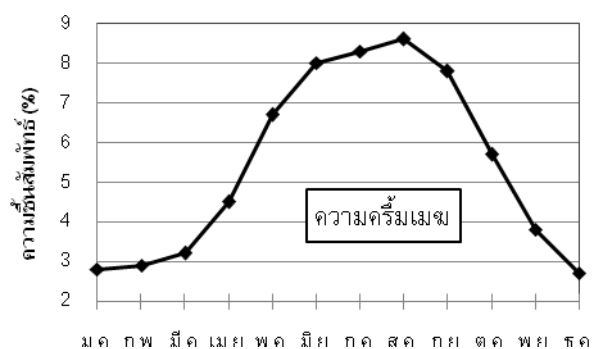
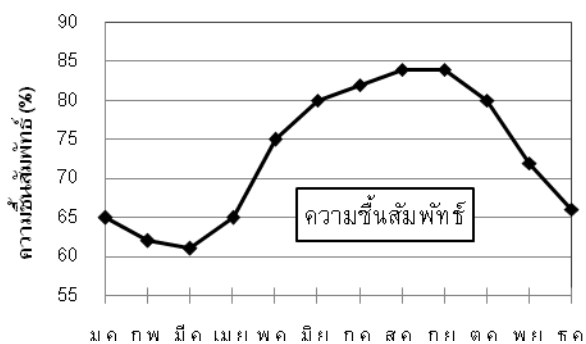
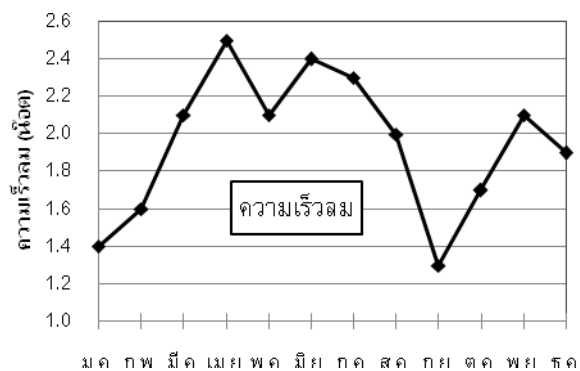
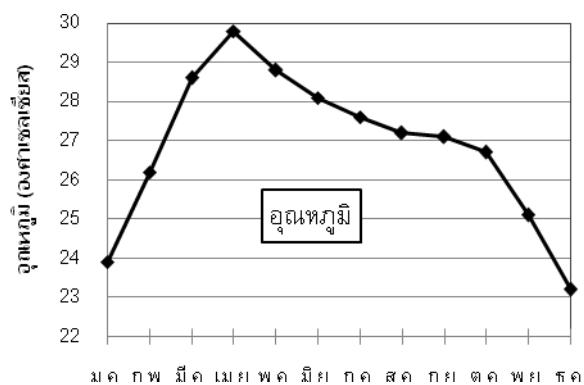
ฤดูร้อน : ช่วงตั้งแต่ปลายเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนเมษายน อากาศบริเวณพื้นที่โครงการจะร้อน และแห้งแล้ง ซึ่งเดือนเมษายน เป็นเดือนที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดเฉลี่ย 29.8 องศาเซลเซียส และเคยสูงที่สุดถึง 42.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูร้อนประมาณ 29.2 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.1 แสดงทิศทางและช่วงเวลาการเกิดของมรสุมและลมพายุจรที่พัดเข้าสู่ประเทศไทย

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ที่สถานีตรวจวัดภูมิอากาศเพชรบูรณ์

สถานี	เพชรบูรณ์		ระดับของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง									114	เมตร
รหัส	483379		ความสูงของบาโรมิเตอร์เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง									116	เมตร
ละติจูด	16 26 N		ความสูงของเทอร์โมิเตอร์เหนือพื้นดิน									1.29	เมตร
ลองจิจูด	101 09 E		ความสูงของเครื่องวัดลมเหนือพื้นดิน									10.9	เมตร
			ความสูงของที่วัดน้ำฝน									0.83	เมตร
ข้อมูล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปี
ความกดอากาศ (+1000 หรือ 900 มิลลิบาร์)													
เฉลี่ย	1012.27	1010.36	1008.60	1006.94	1005.83	1004.74	1004.81	1005.01	1006.94	1009.49	1011.91	1013.57	1008.37
สูงสุด	1025.10	1022.18	1024.00	1018.55	1015.32	1011.48	1012.22	1012.10	1014.70	1018.71	1022.14	1024.29	1025.10
ต่ำสุด	1002.28	1000.13	998.14	996.17	997.94	995.94	995.82	996.53	998.26	999.57	1002.10	1002.99	995.82
พิสัยรายวันเฉลี่ย	5.97	4.89	5.26	6.94	5.06	5.48	2.39	4.54	4.76	4.98	4.94	5.38	5.05
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)													
เฉลี่ย	23.90	26.20	28.60	29.80	28.80	28.10	27.60	27.20	27.10	26.70	25.10	23.20	26.90
เฉลี่ยสูงสุด	32.20	34.60	36.50	37.20	35.20	33.30	32.60	32.00	32.20	32.10	31.50	30.90	33.40
เฉลี่ยต่ำสุด	16.90	19.40	22.20	24.40	24.60	24.50	24.10	24.00	23.90	22.80	19.80	16.70	21.90
สูงที่สุด	37.40	39.40	42.00	42.50	42.00	39.40	37.80	36.50	36.30	35.90	35.90	36.60	42.50
ต่ำที่สุด	6.10	11.10	12.10	19.50	20.70	22.00	21.50	21.70	19.60	14.60	8.10	5.10	5.10
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)													
เฉลี่ย	65	62	61	65	75	80	82	84	84	80	72	66	73
เฉลี่ยสูงสุด	87	84	83	85	91	93	94	95	96	94	90	88	90
เฉลี่ยต่ำสุด	39	37	38	42	55	62	65	68	67	59	48	41	52
ต่ำที่สุด	16	17	14	20	27	37	39	44	40	23	19	17	14
จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)													
เฉลี่ย	16.00	17.40	19.50	21.80	23.50	24.00	23.90	24.00	24.00	22.60	19.10	15.80	21.00
น้ำระเหย (มม.)													
เฉลี่ย-ภาค	121.40	132.70	174.00	184.30	156.40	130.10	117.90	106.10	105.20	119.00	122.70	126.50	1596.30
ความชื้นเบซ (0-10)													
เฉลี่ย	2.80	2.90	3.20	4.50	6.70	8.00	8.30	8.60	7.80	5.70	3.80	2.70	5.40
ชั่วโมงที่มีแสงแดด													
เฉลี่ย	234.00	219.10	244.00	231.30	230.10	140.40	120.30	106.80	131.10	190.10	220.00	240.40	2307.60
ทัศนวิสัย (กม.)													
เวลา 07.00 น.	4.10	2.80	3.30	5.30	8.00	9.10	8.50	8.30	7.90	6.90	6.70	6.10	6.40
เฉลี่ย	5.90	4.50	4.60	6.60	9.60	10.30	9.90	9.70	9.60	9.20	9.00	8.30	8.10
ความเร็วลม (มิต)													
ความเร็วลมเฉลี่ย	1.40	1.60	2.10	2.50	2.10	2.40	2.30	2.00	1.30	1.70	2.10	1.90	-
ทิศทาง	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	-
ความเร็วลมสูงสุด	18	30	30	40	50	40	21	30	27	29	16	22	50
ฝน (มม.)													
เฉลี่ย	5.60	19.00	38.40	67.90	155.80	144.20	154.10	189.30	200.80	86.90	10.50	6.60	1079.10
จำนวนวันที่ฝนตก	1.10	2.20	3.70	7.40	15.60	16.40	18.20	21.00	18.00	10.30	2.40	0.70	117.00
ฝนสูงที่สุดใน 24 ชม.	26.10	120.80	73.80	64.60	142.00	156.40	100.60	110.20	121.20	78.40	46.30	43.60	156.40
จำนวนวันที่เกิด													
เมฆหมอก	27.90	27.60	29.50	22.90	6.80	0.80	0.80	0.40	1.80	6.60	13.10	21.10	159.30
หมอก	1.60	1.20	0.40	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.50	1.30	1.10	0.80	7.10
ลูกเห็บ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ฟ้าคะนอง	0.20	2.10	5.90	12.90	18.50	10.00	8.60	9.10	12.30	8.10	0.90	0.20	88.80
พายุฝน	0.00	0.00	0.10	0.10	0.30	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60



รูปที่ 4.2 การแพร่กระจายรายเดือนของข้อมูลตัวแปรภูมิอากาศ บริเวณพื้นที่โครงการ

4.1.2 อัตราการคายระเหยอ้างอิง

ในการคำนวณอัตราการคายระเหยอ้างอิง (Potential Evapotranspiration) สำหรับนำไปใช้ในการศึกษาด้านความต้องการใช้น้ำของพืช ใช้โปรแกรม CROPWAT ที่พัฒนาโดยองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) คำนวณอัตราการคายระเหยอ้างอิงเป็นรายเดือนโดยวิธี Penman-Monteith ซึ่งใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดภูมิอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ของกรมอุตุนิยมวิทยา ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.2 ในการคำนวณครั้งนี้

- 1) ละติจูดและลองจิจูด และความสูงของสถานี
- 2) อุณหภูมิ
- 3) ความชื้นสัมพัทธ์
- 4) ความครึ้มเมฆ
- 5) ความเร็วลม

แสดงอัตราการคายระเหยอ้างอิงรายเดือนที่คำนวณได้ และกระจายเป็นรายสัปดาห์โดยประมาณจากการแปรผันขึ้นลงเดือนต่อเดือน สำหรับใช้เป็นอัตราการคายระเหยอ้างอิงของพื้นที่โครงการ ไว้ในตารางที่ 2.3

4.1.3 ปริมาณฝน

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่เก็บรวบรวมได้ ของสถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำป่าสัก ซึ่งอยู่ใกล้เคียงพื้นที่โครงการ จำนวน 6 สถานี ดังแสดงตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดของสถานีไว้ในรูปที่ 2.7 และตารางที่ 2.1 ตามลำดับ สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดของปริมาณฝนรายเดือนและรายปี รวมทั้งปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ตารางที่ 2.4 แสดงข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน และรายปี ของสถานีต่างๆ

รูปที่ 2.10 แสดงการแพร่กระจายรายเดือนของปริมาณน้ำฝน ของสถานีวัดน้ำฝนต่างๆ ที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งพบว่าปริมาณน้ำฝนบริเวณพื้นที่โครงการมีการแปรผัน ในระหว่างช่วงปีก่อนข้างมาก โดยในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม มีปริมาณน้ำฝนสูงมาก ขณะที่ในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนเมษายน มีปริมาณฝนต่ำมาก ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝนมีค่าประมาณ 6.9 เท่าของปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูแล้ง ดังนั้นบริเวณพื้นที่นี้จึงประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง และประสบปัญหาอุทกภัยในช่วงฤดูฝนค่อนข้างรุนแรงเป็นประจำ

จากการจัดทำเส้นชั้นปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยเท่ากัน บริเวณพื้นที่โครงการ จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนที่รวบรวมได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.11 พบว่าปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรแตกต่างกันอยู่ระหว่าง 1,050 ถึง 1,500 มม. โดยปริมาณน้ำฝนจะมีค่ามากบริเวณลุ่มน้ำแม่น้ำป่าสักส่วนที่ 3 และจะลดน้อยลงไปในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน

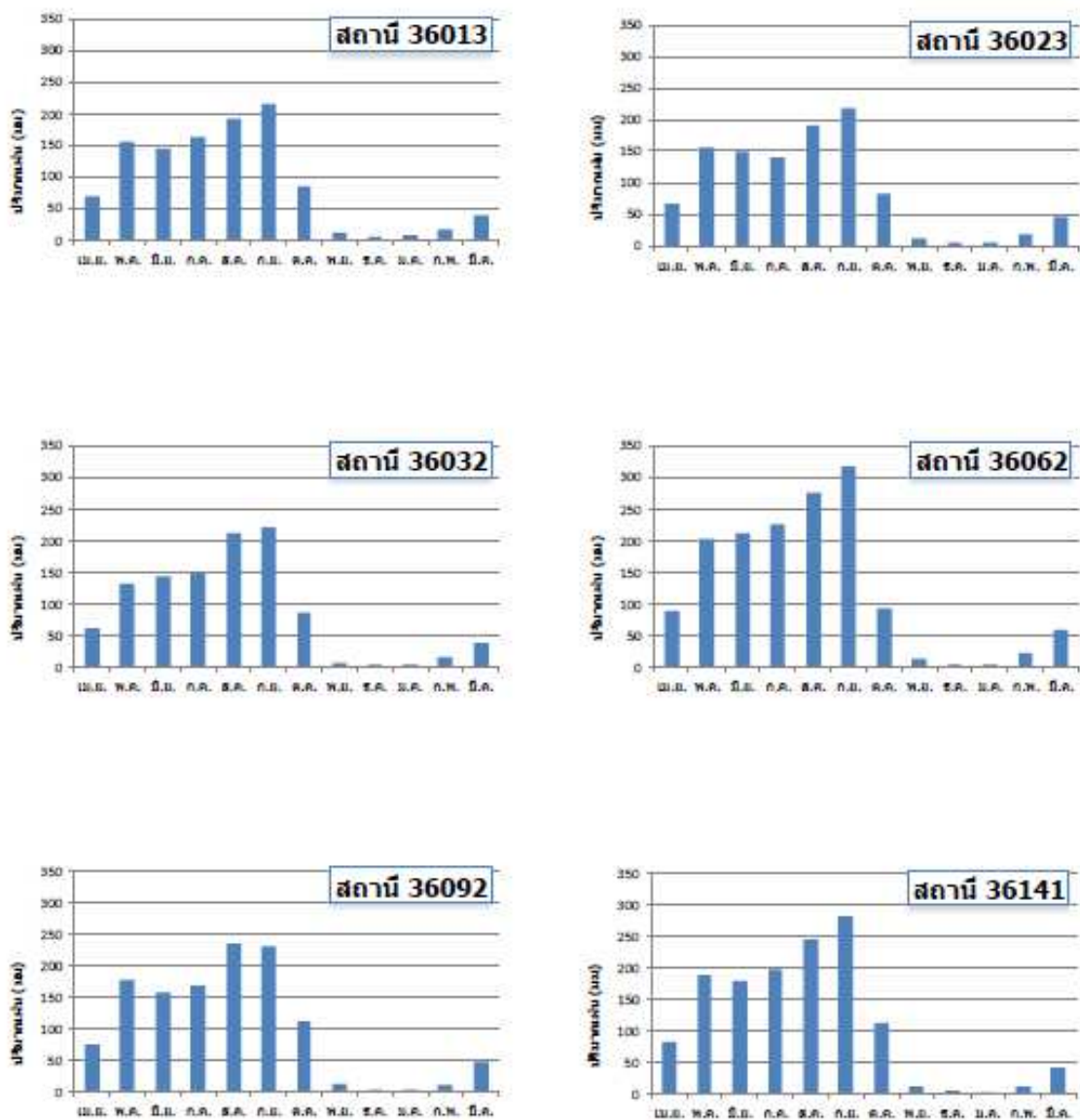
ตารางที่ 4.1 อัตราการคายระเหยอ้างอิงของพืชในลุ่มน้ำห้วยป่าเลา

อัตราการคายระเหย	รายวัน (มม./วัน)	รายสัปดาห์ (มม./สัปดาห์)				รายเดือน (มม./เดือน)
		สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	
เม.ย.	5.83	42.74	43.40	44.05	44.71	174.90
พ.ค.	5.13	41.19	40.24	39.28	38.32	159.03
มิ.ย.	4.44	35.56	34.05	32.55	31.04	133.20
ก.ค.	4.19	32.78	32.57	32.37	32.17	129.89
ส.ค.	3.93	31.19	30.70	30.21	29.72	121.83
ก.ย.	4.08	30.55	30.58	30.62	30.65	122.40
ต.ค.	4.23	31.94	32.50	33.06	33.62	131.13
พ.ย.	3.82	30.12	29.14	28.16	27.18	114.60
ธ.ค.	3.39	27.13	26.56	25.99	25.41	105.09
ม.ค.	3.53	26.94	27.22	27.50	27.77	109.43
ก.พ.	4.33	29.16	29.93	30.69	31.46	121.24
มี.ค.	5.31	36.64	39.65	42.66	45.66	164.61
รายปี						1,587.35

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยป่าเลา

ลำดับ ที่	ชื่อสถานี	รหัส สถานี	ช่วงปีสถิติ ข้อมูล	ปริมาณฝนเฉลี่ย (มม.)												ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	รายปี
				เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.			
	จังหวัดเพชรบูรณ์																	
1	อำเภอเมือง	36013	2495-2543	68.93	155.93	145.08	162.28	194.02	215.23	85.90	11.74	5.09	7.89	17.36	39.65	958.44	150.66	1,109.10
2	อำเภอหล่มสัก	36023	2495-2543	66.67	155.79	150.75	140.66	191.48	219.11	83.80	11.89	4.38	4.58	19.35	47.18	941.59	154.06	1,095.65
3	อำเภอหล่มเก่า	36032	2495-2543	60.90	130.69	142.84	148.21	210.83	221.14	86.04	6.94	4.00	4.91	16.00	38.49	939.75	131.24	1,070.99
4	ฟาร์มนายขุน	36062	2503-2537	88.73	201.62	211.79	226.45	275.81	316.16	92.81	11.99	2.84	2.81	22.83	59.62	1,324.65	188.82	1,513.46
5	อำเภอหนองไผ่	36092	2508-2543	74.10	176.37	155.78	168.06	233.56	229.80	111.82	12.89	2.79	3.47	11.78	46.93	1,075.41	151.96	1,227.37
6	บ้านวังท่าดี (S.12) อำเภอหนองไผ่	36141	2521-2543	84.19	187.49	179.83	198.11	246.51	282.06	113.05	11.92	6.24	2.18	13.08	41.20	1,207.05	158.81	1,365.86

ที่มา : สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน



รูปที่ 4.1 การแพร่กระจายรายเดือนของปริมาณน้ำฝน บริเวณพื้นที่โครงการ



รูปที่ 4.2 เส้นชั้นน้ำฝนเฉลี่ยรายปี บริเวณพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยป่าเลา

ปริมาณน้ำฝนของพื้นที่โครงการ

1) คัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนตัวแทน โดยเลือกสถานีวัดน้ำฝน อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ (36013) เป็นสถานีตัวแทน เนื่องจากเป็นสถานีที่อยู่ใกล้พื้นที่โครงการมากที่สุด และมีช่วงสถิติข้อมูลยาวนานเพียงพอสำหรับการใช้การศึกษา สรุปปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีตัวแทน ช่วงระหว่างปี พ.ศ.2507 ถึง 2555 รวม 49 ปี ได้ดังนี้

หน่วย : มม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ทั้งปี
68.9	155.9	145.1	162.3	194.0	215.2	85.9	11.7	5.1	7.9	17.4	39.6	1109.1

สรุปได้ว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ของพื้นที่โครงการ เท่ากับ 1,109.1 มม. ปริมาณน้ำฝนรายปีสูงสุดในรอบ 49 ปีที่ทำการตรวจวัดเท่ากับ 1,709.4 มม. และต่ำสุดเท่ากับ 730.6 มม. จำนวนวันที่ฝนตกใน 1 ปี เฉลี่ยประมาณ 115 วัน เดือนที่มีฝนตกชุกและมีปริมาณฝนที่ตกมากที่สุด คือ เดือนกันยายนปริมาณน้ำฝนรายเดือนแปรผันอยู่ในช่วง 5.1 ถึง 215.2 มม. ปริมาณน้ำฝนร้อยละ 86 ตกใน ช่วงฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.) ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำท่าในบริเวณพื้นที่โครงการมีความแปรปรวนเป็นอย่างมาก

2) ปริมาณฝนสูงสุดที่รอบการเกิดซ้ำต่างๆ ทำการวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณฝนสูงสุด โดยพิจารณาในช่วงเวลา 1 ถึง 5 วัน โดยทำการวิเคราะห์แจกแจงความถี่ด้วยวิธีกัมเบล (Gumbel Distribution) ที่ความถี่ของการเกิดตั้งแต่ 2 ถึง 10,000 ปี ที่สถานีวัดน้ำฝน อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ (36013) ซึ่งเป็นตัวแทนปริมาณน้ำฝนของพื้นที่รับน้ำฝนของเขื่อนห้วยป่าเลา สำหรับนำไปวิเคราะห์กราฟน้ำหลากสูงสุดจากพายุฝน ณ ที่ตั้งเขื่อนห้วยป่าเลา ปริมาณฝนสูงสุดช่วง 1 ถึง 5 วันของสถานีวัดน้ำฝน อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ (36013) แสดงไว้ในตารางที่ 2.6 และผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนสูงสุด 1-5 วัน ที่รอบการเกิดซ้ำต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 2.7

3) ปริมาณฝนรายสัปดาห์ ทำการประเมินข้อมูลฝนรายสัปดาห์ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2541-2555 (30 ปี) ของพื้นที่ชลประทานของโครงการ จากข้อมูลฝนรายวันของสถานีตัวแทน สำหรับใช้ในการคำนวณความต้องการน้ำของพืช ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.8

4.1.4 ปริมาณน้ำท่า

เนื่องจากไม่มีสถานีวัดน้ำท่าตั้งอยู่ในลุ่มน้ำห้วยป่าเลาเลย ดังนั้นในการศึกษาจะทำการวิเคราะห์สภาพน้ำท่า โดยใช้ข้อมูลของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำข้างเคียง จำนวน 16 สถานี ดังแสดงตำแหน่งที่ตั้ง และรายละเอียดของสถานีวัดน้ำท่าต่างๆ ไว้ในรูปที่ 2.7 และตารางที่ 2.2 ตามลำดับ แสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและรายปี ของสถานีวัดน้ำท่าต่างๆ ไว้ในตารางที่ 2.9

ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย กับขนาดพื้นที่รับน้ำฝน ในบริเวณลุ่มน้ำห้วยป่าเลา โดยคัดเลือกเฉพาะสถานีวัดน้ำท่าที่มีช่วงปีสถิติข้อมูลยาวพอสมควร ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำท่าที่มีสถิติข้อมูลมากกว่า 5 ปี ซึ่งมีสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการวิเคราะห์จำนวน 6 สถานี มีขนาดพื้นที่รับน้ำฝนระหว่าง 15 ถึง 3566 ตร.กม. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับขนาดพื้นที่รับน้ำฝนได้ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ซึ่งมีสมการถดถอยของความสัมพันธ์ดังกล่าว ดังนี้

$$Q = 0.6909A^{0.8331} \quad (r = 0.997) \quad (4.1)$$

โดยที่ Q คือ ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย, ล้าน ลบ.ม.

A คือ ขนาดพื้นที่รับน้ำฝน, ตร.กม.

r คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของสมการถดถอยของความสัมพันธ์ดังกล่าว พบว่ามีค่าใกล้เคียง 1 มาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าปริมาณน้ำท่าของพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำห้วยป่าเลามีความสัมพันธ์เป็นอย่างมากกับขนาดพื้นที่รับน้ำฝน

ตารางที่ 4.3 ปริมาณฝนสูงสุด ที่ช่วงเวลา 1 ถึง 5 วัน ของสถานีวัดน้ำฝน อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ (36013)

เวลา (ชั่วโมง)	อัตราการไหลสูงสุดระดับพื้นที่ (ลบ.ม./วินาที)										
	2 ปี	5 ปี	10 ปี	20 ปี	25 ปี	50 ปี	100 ปี	200 ปี	500 ปี	1,000 ปี	10,000 ปี
0	1.63	3.07	4.17	5.39	5.79	7.10	8.51	10.02	12.18	14.03	20.67
1	1.66	3.11	4.21	5.45	5.85	7.17	8.59	10.10	12.27	14.13	20.81
2	1.73	3.21	4.34	5.60	6.01	7.35	8.79	10.33	12.53	14.42	21.19
3	1.87	3.41	4.59	5.89	6.32	7.71	9.20	10.78	13.06	15.00	21.96
4	2.06	3.71	4.95	6.32	6.77	8.22	9.78	11.44	13.80	15.83	23.05
5	2.23	3.96	5.25	6.68	7.14	8.66	10.27	11.99	14.44	16.52	23.96
6	2.36	4.15	5.49	6.96	7.44	8.99	10.65	12.41	14.93	17.07	24.68
7	2.45	4.28	5.65	7.15	7.64	9.23	10.92	12.71	15.27	17.44	25.18
8	2.51	4.37	5.76	7.28	7.77	9.38	11.09	12.91	15.49	17.69	25.50
9	2.55	4.43	5.83	7.38	7.86	9.48	11.20	13.03	15.63	17.35	25.71
10	2.57	4.46	5.87	7.41	7.91	9.54	11.27	13.11	15.72	17.97	25.83
11	2.58	4.47	5.88	7.43	7.93	9.56	11.30	13.14	15.76	17.98	25.89
12	2.58	4.48	5.89	7.44	7.94	9.57	11.31	13.15	15.77	18.00	25.90
13	2.68	4.62	6.07	7.65	8.16	9.82	11.59	13.47	16.14	18.40	26.44
14	2.94	5.01	6.54	8.21	8.75	10.50	12.36	14.33	17.13	19.50	27.88
15	3.45	5.76	7.46	9.30	9.90	11.82	13.86	16.00	19.04	21.62	30.68
16	4.15	6.80	8.73	10.81	11.48	13.64	15.91	18.31	21.69	24.54	34.53
17	4.68	7.59	9.69	11.96	12.68	15.02	17.48	20.06	23.70	26.76	37.46
18	5.03	8.11	10.33	12.72	13.48	15.94	18.52	21.23	25.04	28.24	39.41
19	5.36	8.60	10.93	13.42	14.22	16.80	19.49	22.31	26.28	29.61	41.22
20	5.77	9.21	11.66	14.30	15.14	17.85	20.69	23.65	27.82	31.31	43.46
21	6.36	10.07	12.73	15.56	16.47	19.37	22.41	25.58	30.03	33.76	46.68
22	7.22	11.36	14.29	17.43	18.42	21.62	24.96	28.44	33.31	37.38	51.45
23	8.43	13.14	16.48	20.02	21.25	24.75	28.50	32.41	37.86	42.41	58.08
24	11.93	18.34	22.82	27.56	29.06	33.85	38.81	43.95	51.11	57.04	77.37
25	17.02	26.32	32.78	39.57	41.71	48.53	55.57	62.84	72.90	81.22	109.55
26	22.73	35.68	44.63	53.99	56.95	66.32	75.97	85.92	99.85	110.99	149.40
27	25.21	40.77	51.50	62.72	66.25	77.46	89.00	100.87	117.23	130.74	176.40
28	19.56	33.74	43.56	53.81	57.03	67.30	77.88	88.77	103.77	116.18	158.15
29	13.80	24.98	32.75	40.88	43.44	51.60	60.04	68.73	80.71	90.66	124.35
30	9.82	18.39	24.39	30.67	32.66	38.99	45.56	52.34	61.70	69.49	95.98
31	7.01	13.63	18.29	23.19	24.74	29.70	34.86	40.20	47.59	53.76	74.84
32	5.04	10.23	13.92	17.81	19.04	23.01	27.14	31.43	37.39	42.38	59.51
33	3.63	7.75	10.70	13.83	14.83	18.03	21.39	24.89	29.77	33.87	48.02
34	2.49	5.72	8.06	10.55	11.35	13.93	16.65	19.49	23.46	26.82	38.49
35	1.98	4.66	6.62	8.73	9.41	11.60	13.92	16.35	19.77	22.67	32.81
36	1.92	4.39	6.20	8.16	8.79	10.84	13.00	15.28	18.49	21.21	30.76
37	1.89	4.26	6.00	7.89	8.50	10.47	12.56	14.76	17.87	20.50	29.77
38	1.86	4.14	5.81	7.63	8.22	10.12	12.14	14.27	17.28	19.83	28.82
39	1.83	3.97	5.55	7.28	7.83	9.64	11.56	13.59	16.46	18.91	27.53
40	1.78	3.75	5.22	6.83	7.35	9.04	10.84	12.74	15.45	17.75	25.90
41	1.75	3.60	4.98	6.50	6.99	8.60	10.31	12.12	14.70	16.90	24.71
42	1.73	3.50	4.83	6.29	6.77	8.31	9.97	11.72	14.22	16.36	23.94
43	1.71	3.43	4.73	6.15	6.61	8.12	9.74	11.46	13.90	15.99	23.43
44	1.70	3.39	4.66	6.06	6.51	8.00	9.59	11.28	13.69	15.75	23.10
45	1.70	3.36	4.62	6.00	6.45	7.92	9.50	11.17	13.58	15.61	22.89
46	1.69	3.34	4.59	5.97	6.42	7.88	9.44	11.11	13.49	15.52	22.77
47	1.69	3.34	4.58	5.95	6.40	7.86	9.42	11.08	13.48	15.49	22.72
48	1.69	3.33	4.58	5.95	6.39	7.85	9.41	11.07	13.44	15.46	22.69
49	1.69	3.32	4.55	5.92	6.36	7.81	9.36	11.01	13.37	15.38	22.58
50	1.68	3.29	4.51	5.85	6.29	7.72	9.26	10.89	13.22	15.22	22.35
51	1.67	3.24	4.44	5.76	6.19	7.59	9.10	10.71	13.01	14.97	22.00
52	1.66	3.19	4.35	5.64	6.06	7.43	8.91	10.48	12.73	14.66	21.56
53	1.65	3.14	4.28	5.55	5.96	7.31	8.76	10.31	12.53	14.42	21.23
54	1.64	3.11	4.24	5.49	5.89	7.23	8.66	10.19	12.39	14.27	21.01
55	1.64	3.09	4.21	5.45	5.85	7.17	8.60	10.12	12.30	14.16	20.87
56	1.64	3.08	4.19	5.42	5.82	7.14	8.55	10.07	12.24	14.10	20.77
57	1.63	3.07	4.18	5.40	5.80	7.12	8.53	10.04	12.20	14.06	20.72
58	1.63	3.07	4.17	5.40	5.80	7.11	8.52	10.02	12.18	14.03	20.68
59	1.63	3.07	4.17	5.39	5.79	7.10	8.51	10.02	12.18	14.03	20.67
ปริมาณน้ำฝนสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	25.2	40.8	51.5	62.7	66.2	77.5	89.0	100.9	117.2	130.7	176.4
ปริมาณน้ำฝน (ล้าน ลบ.ม.)	0.63	1.67	2.18	2.73	2.91	3.47	4.07	4.69	5.56	5.29	8.84

ตารางที่ 4.4 ปริมาณฝนสูงสุดที่รอบการเกิดซ้ำต่างๆ ที่ช่วงเวลา 1 ถึง 5 วัน ของสถานีวัดน้ำฝน อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ (36013)

รอบการเกิดซ้ำ	ปริมาณฝนที่ช่วงเวลา (มม.)				
	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน
2 ปี	68.5	72.7	84.2	84.2	94.4
5 ปี	98.4	117.2	132.5	132.5	140.8
10 ปี	118.2	146.7	164.5	164.5	171.5
20 ปี	137.2	175.1	195.1	195.1	200.9
25 ปี	143.2	184.0	204.8	204.8	210.3
50 ปี	161.8	211.7	234.8	234.8	239.1
100 ปี	180.2	239.2	264.5	264.5	267.6
200 ปี	198.5	266.5	294.2	294.2	296.1
500 ปี	222.8	302.6	333.3	333.3	333.6
1,000 ปี	241.0	329.9	362.8	362.8	362.0
10,000 ปี	301.8	420.4	460.9	460.9	456.2

ตารางที่ 4.5 ปริมาณน้ำฝนรายสัปดาห์ ที่สถานีวัดน้ำฝน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ (36013)

ปี พ.ศ.	สัปดาห์ที่	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2514	1	0.0	117.3	20.8	38.3	2.5	30.4	23.5	0.0	0.0	0.0	10.1	0.0
	2	35.6	2.6	9.4	35.1	54.5	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6
	3	51.3	35.3	24.4	22.1	73.1	54.7	1.0	0.0	1.8	0.0	19.8	2.0
	4	21.3	55.1	11.2	21.5	50.4	34.8	3.2	2.4	0.9	0.0	0.0	15.7
2515	1	5.2	0.0	28.0	28.1	70.7	37.5	40.3	0.2	0.0	0.0	0.0	15.4
	2	35.6	38.3	70.6	50.1	44.3	33.3	31.5	6.5	3.3	0.0	0.0	4.4
	3	11.0	15.8	118.8	24.8	18.9	19.3	37.5	15.9	0.0	0.0	8.1	10.0
	4	11.5	8.1	12.9	82.5	58.5	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.1
2516	1	7.9	25.5	29.9	13.8	40.1	14.1	33.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	42.8	60.4	56.7	7.1	66.6	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	29.8	15.8	29.0	40.7	32.1	129.6	0.1	0.0	0.0	0.3	28.7	2.4
	4	0.0	43.8	20.4	44.8	74.7	121.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
2517	1	15.8	18.3	27.0	41.1	24.2	39.0	70.2	11.2	0.0	9.9	0.0	41.0
	2	19.1	21.4	12.9	17.0	41.9	9.9	49.3	0.0	0.0	23.3	37.7	0.0
	3	1.5	22.7	31.4	41.0	56.9	9.9	0.2	0.3	0.0	25.5	0.0	26.8
	4	21.5	16.8	5.4	37.7	34.0	49.8	15.6	0.0	0.0	0.0	6.0	48.4
2518	1	0.0	25.8	21.6	20.3	27.2	62.4	80.4	1.0	0.0	0.0	4.9	0.0
	2	0.0	30.5	12.1	32.8	24.2	47.3	26.8	5.4	0.0	0.0	12.3	4.5
	3	0.0	59.5	33.0	31.9	32.6	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.4
	4	0.1	38.3	21.2	34.0	129.3	17.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
2519	1	0.1	130.9	47.7	74.1	48.4	50.3	88.1	14.7	0.0	0.2	0.0	0.0
	2	0.0	9.0	0.0	19.5	53.3	48.5	0.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.1
	3	0.8	52.6	41.4	80.1	35.9	102.2	26.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
	4	38.5	38.2	21.3	62.9	164.5	108.0	58.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
2520	1	19.2	29.9	2.6	23.9	8.6	103.8	57.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	26.8	66.1	11.4	0.4	40.9	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	14.2	43.8	14.2	57.3	95.4	40.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.1
	4	3.2	56.4	25.9	40.5	62.6	3.7	27.9	0.3	17.3	0.0	0.7	37.9
2521	1	3.5	25.5	20.6	155.2	44.6	37.9	27.5	4.1	0.0	18.9	0.0	0.0
	2	48.0	29.2	20.0	117.3	69.8	69.8	33.6	0.0	0.0	0.0	48.7	0.0
	3	36.2	15.0	41.8	23.8	18.3	151.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	1.1	26.8	19.1	17.8	11.7	123.3	3.7	0.0	0.0	2.0	33.4	0.0
2522	1	0.0	32.5	71.3	5.6	27.9	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	14.9	13.4	63.0	0.7	43.5	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.0
	3	54.8	56.0	30.0	9.7	14.3	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3
	4	5.7	40.0	1.3	3.8	52.9	84.2	31.9	0.0	0.0	0.0	4.8	1.0
2523	1	0.0	20.4	10.0	1.2	6.6	72.1	67.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	24.8	82.8	30.2	14.6	42.5	24.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6
	3	0.0	61.3	121.3	54.6	41.4	28.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

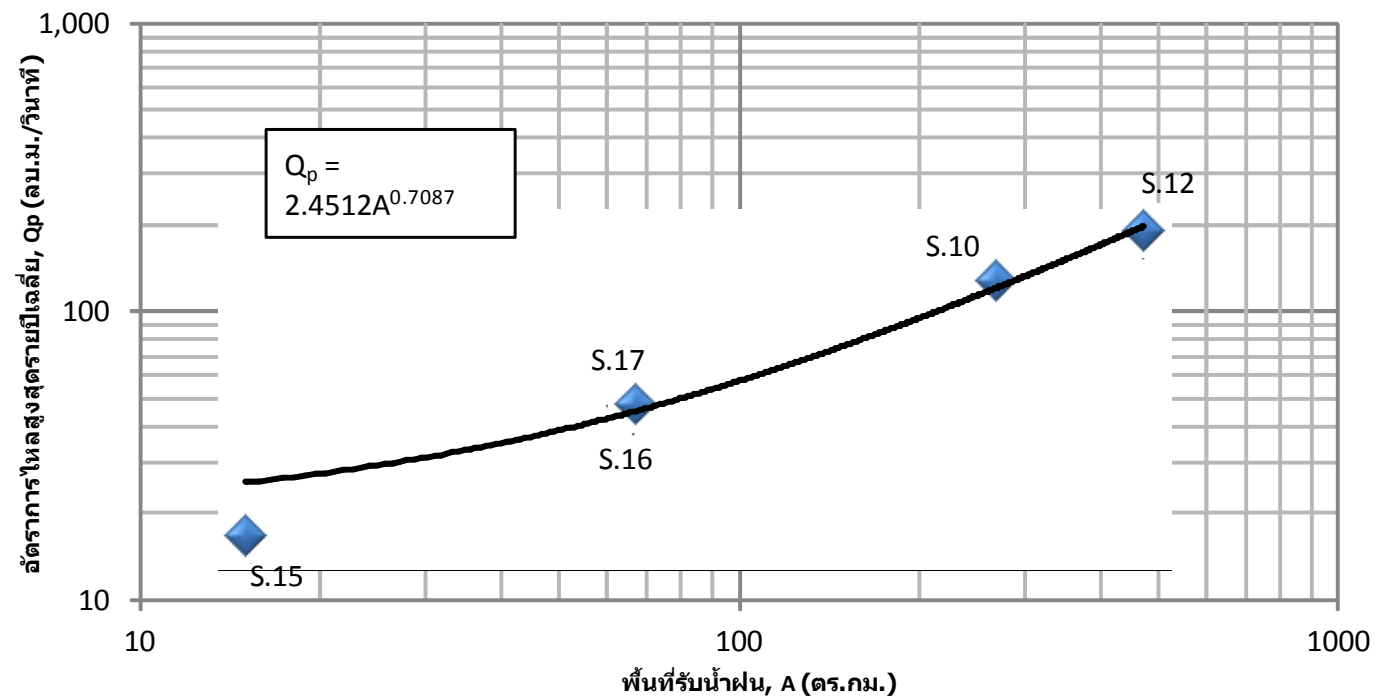
ปี พ.ศ.	ลำดับที่	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2524	4	0.0	34.8	33.5	73.0	40.1	48.3	1.3	0.0	0.0	0.0	2.6	9.8
	1	8.1	17.1	40.9	51.8	75.7	27.5	43.5	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	15.6	17.0	37.1	77.3	57.2	29.8	39.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	3	5.2	132.4	77.7	20.1	73.0	50.0	57.3	1.2	0.0	0.0	0.0	0.1
2525	4	20.8	15.8	19.0	100.8	28.7	45.0	0.4	8.5	0.0	0.0	0.0	16.5
	1	2.8	3.8	53.5	34.5	28.6	179.2	9.3	0.0	14.9	20.2	0.0	0.2
	2	28.0	11.2	22.6	6.3	92.3	40.0	4.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	39.2	96.7	33.5	20.7	99.1	31.1	21.9	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2526	4	0.0	13.2	59.3	21.3	28.6	144.7	0.3	17.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	37.8	24.4	0.3	76.8	55.5	34.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	9.8	21.3	37.5	16.0	89.8	22.9	17.5	0.0	0.0	2.0	0.0
	3	8.3	6.1	23.4	44.4	27.0	7.9	7.6	0.0	0.0	0.0	1.3	1.5
2527	4	13.8	58.8	87.4	66.7	57.8	41.5	40.0	0.0	21.9	0.0	0.1	3.4
	1	0.0	0.3	107.6	44.1	10.8	74.7	32.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	13.7	16.1	165.7	68.6	102.9	24.9	33.9	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	0.8	51.2	39.9	5.6	48.9	0.6	18.5	6.5	0.0	0.0	2.0	17.2
2528	4	9.0	38.8	21.4	0.0	28.9	66.9	1.8	0.0	0.0	10.3	127.8	0.0
	1	0.3	51.0	23.7	26.3	16.7	48.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	12.8	47.1	31.3	48.3	87.3	36.3	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	24.8	57.3	39.5	40.8	39.3	38.0	63.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2529	4	28.2	45.9	25.2	65.0	11.3	6.7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	1	5.4	40.3	86.2	4.7	11.1	12.6	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	100.7
	2	27.0	45.5	61.5	14.8	53.1	47.0	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7
	3	25.5	39.5	17.8	115.7	4.9	55.3	49.7	0.0	0.0	0.0	30.9	0.0
2530	4	65.6	27.0	11.6	25.1	25.6	0.0	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1	0.0	29.0	51.8	6.2	27.7	141.0	50.7	12.4	0.0	0.0	0.0	0.3
	2	61.4	9.3	21.0	14.3	89.0	128.7	16.6	47.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	6.6	0.0	36.9	10.1	115.7	78.8	5.5	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0
2531	4	32.2	34.6	6.8	49.1	27.5	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1	6.7	66.7	81.5	39.8	40.5	33.9	44.7	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4
	2	36.5	70.8	11.4	74.8	46.1	1.3	61.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
	3	17.7	29.7	15.0	24.5	38.3	44.3	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4
2532	4	48.5	17.5	1.6	21.5	25.2	6.4	10.1	0.0	0.0	7.3	0.0	31.9
	1	6.7	12.1	86.3	9.5	58.0	19.4	46.3	7.7	0.0	0.0	0.0	35.7
	2	0.0	109.5	29.6	41.8	37.5	5.2	63.0	0.0	0.0	0.0	1.0	62.4
	3	0.0	41.0	0.0	45.8	7.3	63.2	43.8	0.0	0.0	0.0	22.5	41.1
2533	4	58.4	203.3	49.8	11.8	4.7	27.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1	8.7	19.6	86.3	119.6	24.0	38.6	61.0	0.5	0.0	0.0	0.0	2.5
	2	25.0	17.8	72.7	50.4	37.3	100.7	12.4	0.7	0.0	0.0	0.0	15.7
	3	0.0	112.2	6.1	60.2	1.3	19.0	42.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	0.1	34.9	51.8	10.6	75.5	31.4	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8

ปี พ.ศ.	ลำดับพื้นที่	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2534	1	0.0	22.7	65.3	29.5	13.5	35.5	6.4	0.0	0.0	30.9	0.0	0.0
	2	6.6	55.7	44.9	46.1	77.4	57.8	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0
	3	0.5	4.9	11.5	2.3	155.1	28.5	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	28.2	41.8	17.4	62.8	101.1	23.4	0.0	0.0	75.4	0.0	4.1	0.0
2535	1	0.0	10.4	4.9	7.5	57.4	5.9	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1
	2	0.0	46.0	16.8	73.3	29.4	8.9	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9
	3	0.0	3.4	11.2	32.8	3.6	138.7	17.6	0.0	2.0	5.9	0.0	15.8
	4	23.6	0.8	12.3	86.9	5.9	79.7	3.5	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0
2536	1	3.3	1.8	14.9	12.3	19.5	28.9	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	17.6	14.7	1.5	43.5	14.7	27.5	0.0	0.0	0.1	0.0	30.1	61.1
	3	9.9	32.3	7.5	1.4	48.3	64.9	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	35.8
	4	0.0	88.8	32.8	18.9	46.2	20.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	109.5
2537	1	8.5	29.9	79.2	12.8	114.7	32.9	17.3	0.0	47.4	0.0	0.0	0.0
	2	5.2	77.5	70.8	45.6	61.8	78.0	57.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	4.3	41.9	10.1	55.2	45.3	21.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	13.2	44.7	62.3	50.1	178.1	1.8	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	9.7
2538	1	8.2	45.1	17.3	72.5	53.0	63.4	26.3	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.1	88.5	30.2	21.3	79.4	55.1	1.9	1.4	0.0	0.2	0.0	56.3
	3	3.3	50.8	20.9	93.5	17.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	40.7	0.0
	4	57.4	34.9	46.8	29.1	64.3	35.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2
2539	1	43.8	24.6	19.1	2.6	66.7	61.3	71.1	47.3	3.9	0.0	3.8	0.0
	2	46.0	4.3	72.4	2.5	36.5	119.9	2.0	12.3	0.0	0.0	3.0	0.0
	3	0.0	43.4	25.1	26.8	21.1	93.3	0.2	0.0	0.0	1.3	1.7	1.7
	4	67.0	27.3	9.0	47.3	80.6	72.8	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	68.7
2540	1	43.4	0.0	40.0	41.8	47.7	110.2	136.9	1.0	0.0	0.0	19.3	0.0
	2	0.2	19.6	6.5	39.5	26.1	55.7	0.5	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0
	3	6.3	32.3	15.9	98.0	66.0	67.3	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	4	33.8	20.1	25.2	80.5	57.6	40.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7
2541	1	11.4	12.2	10.4	94.9	9.4	22.1	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	21.3	0.7	55.8	41.3	4.7	16.5	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0
	3	77.7	134.4	0.0	0.0	55.9	40.8	11.6	30.0	0.0	0.0	0.0	12.1
	4	0.0	115.9	116.0	17.4	17.0	7.1	6.7	2.1	0.0	7.9	0.0	12.5
2542	1	24.9	22.9	14.1	16.1	36.6	33.7	41.5	4.3	0.1	0.0	0.0	1.0
	2	113.5	85.7	85.3	42.5	37.1	39.1	46.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	39.2	43.2	21.8	26.4	39.8	43.3	3.5	0.0	0.0	0.0	17.6	2.3
	4	13.1	95.4	8.4	59.6	66.6	33.6	26.8	0.0	0.0	0.0	12.8	14.3
2543	1	13.7	17.1	61.9	51.8	117.5	79.8	62.4	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6
	2	48.3	112.3	16.2	40.8	41.9	223.1	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3
	3	21.3	58.0	44.0	12.6	128.6	16.1	26.3	0.0	0.0	0.0	0.0	54.7
	4	63.8	0.6	57.8	0.6	26.5	39.0	40.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปีเฉลี่ย ของสถานีวัดน้ำทำในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยป่าเลา

ลำดับ ที่	แม่น้ำ	ชื่อสถานี	รหัส สถานี	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	ปีที่ยก ข้อมูล	ปริมาณน้ำทำเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม./เดือน)												ปริมาณน้ำทำรายปีเฉลี่ย	
						เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มิ.ค.	ล้าน ลบ.ม.	ลิตร/วินาที/ตร.กม.
1	ป่าสัก	อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์	S.48	3,568	2509-2543	16.01	26.66	43.57	47.76	103.28	172.47	88.45	36.06	29.57	19.90	15.89	17.36	616.97	5.49
2	ป่าสัก	ทิวเขาชลประทาน บ้านวังรุ	S.6	1,007	2499-2502	1.12	1.43	3.09	33.44	64.13	110.94	23.61	4.63	2.72	1.75	1.24	1.27	249.35	7.85
3	ห้วยน้ำพุ	บ้านหินเทา	S.10	268	2510-2533	1.36	4.47	7.26	5.90	12.52	21.85	9.83	3.48	1.84	1.09	0.93	1.15	71.67	8.48
4	ป่าสัก	ห้วยป่าแดง	S.11	81	2509-2510	-	0.00	0.25	2.46	5.48	8.46	5.93	2.50	0.10	0.05	0.04	-	25.27	9.89
5	สาแก่ง	บ้านวังท่าดี	S.12	471	2521-2543	2.15	7.81	9.51	12.19	23.00	38.22	20.25	6.10	3.51	2.42	1.62	1.62	128.39	8.64
6	ห้วยวังชมพู	บ้านวังชมพู	S.15	15	2522-2530	0.23	0.50	0.72	0.67	0.90	1.61	0.81	0.69	0.29	0.30	0.19	0.15	7.04	14.89
7	ห้วยนา	บ้านห้วยนา	S.16	65	2522-2533	0.34	1.56	1.77	1.87	3.10	4.85	2.05	0.81	0.75	0.23	0.19	0.23	17.75	8.66
8	ห้วยน้ำชุม	บ้านผายวังบอน	S.17	67	2522-2540	0.54	1.49	2.45	3.13	3.74	6.66	4.19	1.43	0.76	0.43	0.29	0.34	25.45	12.04
9	ห้วยน้ำคึก	บ้านปากช่อง	S.18	146	2523-2524	0.22	1.13	1.86	3.03	5.16	6.73	3.60	1.00	0.31	0.02	0.00	0.05	23.09	5.01
10	ห้วยขอนแก่น	บ้านวังขอนแก่น	S.19	323	2526-2530	0.37	4.22	5.73	3.05	6.25	17.29	13.00	5.40	2.48	1.63	1.16	1.31	61.88	6.07
11	ห้วยใหญ่	บ้านตะแกงงาม	S.20	74	2526-2528	0.04	0.32	0.84	0.94	3.94	4.49	3.69	0.74	0.33	0.15	0.08	0.10	15.67	6.72
12	ห้วยตะคิงใหญ่	บ้านท่าไทรใหญ่	S.21	97	2526-2528	0.10	2.00	4.41	2.46	5.50	8.99	3.21	0.99	0.68	0.60	0.44	0.31	29.71	9.71
13	คลองบ้านพวง	บ้านเขยติงลาบ	S.22	77	2526-2530	1.56	1.26	2.01	1.72	2.96	7.17	4.90	1.96	1.36	0.78	0.66	0.79	27.14	11.18
14	ห้วยใหญ่	บ้านห้วยใหญ่เหนือ	S.23	20	2530-2540	0.10	0.31	0.39	0.30	2.11	3.62	2.09	0.33	0.01	0.00	0.31	0.40	9.98	15.82
15	ห้วยตาวัง	บ้านห้วยใหญ่เหนือ	S.24	79	2530-2531	0.02	0.23	0.45	0.15	1.16	1.66	1.07	0.17	0.20	0.07	0.03	0.00	5.19	2.08

ที่มา : สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยกับขนาดพื้นที่รับน้ำฝน

4.2 ผลการใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นระบบที่มีส่วนประกอบซึ่งจำลองรูปแบบการทำงานจากระบบของสมองมนุษย์ หน้าที่และการทำงานของนิวรอนสามารถสร้างให้มีขนาดใหญ่และสามารถเทรน ระบบเพื่อนำไปใช้งานเฉพาะได้ หลักการทำงานของนิวรอนจะอาศัยการปรับค่าเวท ในระบบการทำงานของนิวรอนจะมีการเปรียบเทียบเอาพุตของนิวรอนที่ได้กับค่าของเป้าหมาย ที่กำหนด หากในกรณีที่ค่าเอาพุตมีค่าแตกต่างหรือไม่เท่ากับค่าเป้าหมาย ระบบของนิวรอนจะทำการปรับค่าของเวท ไปจนกว่าค่าของเอาพุต ตัวใหม่มีค่าเท่ากับค่าเป้าหมาย ซึ่งการเทรนนิวรอนเพื่อให้ระบบมีการเรียนรู้ ต้องมีข้อมูลที่ป้อนเข้าหรือข้อมูลที่เป็นอินพุต และค่าที่ใช้เป็นค่าเป้าหมาย เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบนั้นจะต้องมีการจัดข้อมูลให้เป็นไปแบบคู่ลำดับ เพื่อใช้ในการเทรนเน็ตเวิร์ค การค้นหาโครงสร้างที่เหมาะสมโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น โดยใช้การค้นหาแบบกริด

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้มุ่งความสนใจที่จะหาผลกระทบขององค์ประกอบโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม ได้แก่ จำนวนข้อมูลอินพุต, จำนวนเซลล์ประสาทเทียมในชั้นซ่อนเร้น และจำนวนเอาต์พุต ต่อความสามารถในการทำนายของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีชั้นซ่อนเร้นเพียงชั้นเดียว ดังนั้น จึงได้ทำการออกแบบให้โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมมีองค์ประกอบโครงสร้างที่แตกต่างกันทั้งหมด 5 กรณีศึกษา ได้แก่ กรณี A, B, C, D และ E ตามลำดับ โดยโครงข่ายประสาทเทียมในแต่ละกรณีศึกษาจะถูกนำไปผ่านกระบวนการเรียนรู้และการทำนายแยกเป็น 3 ชุดทดสอบ ได้แก่ Test 1, Test 2 และ Test 3 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาได้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบเอลแมนเพื่อช่วยเพิ่มความแม่นยำในการทำนาย เมื่อโครงข่ายประสาทเทียมในแต่ละกรณีศึกษาผ่านกระบวนการเรียนรู้ซึ่งกำหนดไว้ที่ 10,000 รอบ ได้ผลการเรียนรู้ดังแสดงไว้ใน ภาคผนวก ก. ส่วนผลการทำนายของแต่ละโครงข่ายในแต่ละกรณีได้แสดงไว้ใน ภาคผนวก ง. ผลการทำนายทั้งหมดในแต่ละกรณีสามารถหาโครงข่ายที่ให้ผลการทำนายดีที่สุดได้ดังแสดงใน ตารางที่ 4.1 ถึง 4.5 สำหรับกราฟที่เปรียบเทียบระหว่างค่าอัตราการใช้ไฟที่ได้จากการทำนายของโครงข่ายประสาทเทียมกับอัตราการใช้ไฟจริงสำหรับในชุดทดสอบแต่ละชุดของแต่ละกรณีศึกษาได้แสดงไว้ใน ภาคผนวก จ.

ตารางที่ 4.7 ผลการใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์

ชุดทดสอบ	ผลการวิเคราะห์	RMSE	R^2
ชุดที่ 1 ข้อมูลฝึกสอน – ภัยแล้ง 2539 ผลการทำนาย – ภัยแล้ง 2543	1	3296.2803	67.9027
	2	3296.4520	67.3608
	3	3296.0356	67.3240
	4	3296.0828	67.8239
	5	3296.3008	67.2951
	6	3296.8056	67.1183
	7	3296.9063	67.7869
	8	3296.8960	67.4904
ชุดที่ 2 ข้อมูลฝึกสอน – ภัยแล้ง 2539 ผลการทำนาย – ภัยแล้ง 2544	9	3296.3604	67.1014
	10	3296.2157	67.4047
	11	3296.7993	67.0945
	12	3296.2647	67.8046
	13	3296.5562	67.5583
	14	3296.0927	67.6515
	15	3296.7419	67.3447
	16	3296.8466	67.4266
ชุดที่ 3 ข้อมูลฝึกสอน – ภัยแล้ง 2543 ผลการทำนาย – ภัยแล้ง 2544	17	3296.9840	67.3494
	18	3296.1681	67.3355
	19	3296.7350	67.3119
	20	3296.7499	67.8365
	21	3296.6869	67.4124
	22	3296.9846	67.2533
	23	3296.9358	67.9608
	24	3296.9572	67.1543

4.3 การวิเคราะห์ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับเตือนภัยแล้งของจังหวัดเพชรบูรณ์ได้ออกเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมเพิ่มขึ้นตามจำนวนเซลล์ประสาทเทียมที่อยู่ในชั้นซ่อนเร้น ตัวอย่างเช่น ในตารางแสดงผลการเรียนรู้ในกรณี A ซึ่งปรากฏอยู่ในภาคผนวก ค.1 จะพบว่าโครงข่ายประสาทเทียม A 1-1-1 และ A 1-30-1 ใช้เวลาในกระบวนการเรียนรู้ 18.30 และ 116.33 วินาที ตามลำดับ ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการที่โครงข่ายมีค่าน้ำหนักและไบอัสเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนเซลล์ประสาทเทียมที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง หากพิจารณาระยะเวลาในกระบวนการเรียนรู้กับจำนวนอินพุตและเอาต์พุตพบที่มีความสัมพันธ์กันน้อยมาก

2. ความสามารถในการทำนายค่าอัตราการไหลของโครงข่ายประสาทเทียมไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนเซลล์ประสาทเทียมในชั้นซ่อนเร้นของโครงข่ายประสาทเทียมที่อยู่ในชั้นซ่อนเร้น เนื่องจากเมื่อพิจารณาโครงข่ายประสาทเทียมทั้งหมดทุกกรณีศึกษาและกรณีทดสอบพบว่าจำนวนเซลล์ประสาทเทียมในชั้นซ่อนเร้นที่ให้ผลการทำนายที่ดีที่สุดมีค่ากระจายตั้งแต่ 1 จนถึง 30 เซลล์

3. เมื่อพิจารณาจำนวนอินพุตซึ่งในการศึกษานี้คือจำนวนอัตราการไหลของวันย้อนหลังซึ่งเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 1-7 หน่วย ต่อความสามารถในการทำนายค่าอัตราการไหลพบว่าแนวโน้มที่โครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนอินพุตมากกว่าจะมีความสามารถในการทำนายค่าอัตราการไหลที่ดีกว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนอินพุตน้อยกว่า เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมในเกือบทุกกรณีศึกษาพบว่าโครงข่ายที่มีจำนวนอินพุต 4-7 หน่วย ให้ผลการทำนายที่ดีกว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนอินพุต 1-3 หน่วย แต่ที่ไม่สามารถสรุปผลกระทบบดังกล่าวได้อย่างชัดเจนเพราะจากมีบางโครงข่าย เช่น ในกรณีศึกษา A, B, D และ E โครงข่ายที่มีจำนวนอินพุต 2 หน่วย ให้ผลการทำนายค่าอัตราการไหลได้สูงกว่าโครงข่ายที่มีจำนวนอินพุตที่มากกว่าในชุดทดสอบ Test 1

4. เมื่อเทียบความสามารถรวมในการทำนายค่าอัตราการไหลของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนเอาต์พุตต่างกัน พบว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนเอาต์พุตน้อยกว่า (กรณีศึกษา A, B และ C มีจำนวนเอาต์พุตจำนวน 1 หน่วย) จะมีความสามารถทำนายผลได้ดีกว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนเอาต์พุตที่มากกว่ากรณีศึกษา D และ E ตามลำดับ (กรณีศึกษา D และ E มีจำนวนเอาต์พุตจำนวน 2 และ 3 หน่วย ตามลำดับ)

แต่หากแยกพิจารณาการทำนายค่าอัตราการไหลแยกรายวันจะพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนเอาต์พุต 1 หน่วย มีความสามารถทำนายค่าอัตราการไหลสูงกว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนเอาต์พุต 2 และ 3 หน่วย ด้วยตามลำดับ ตัวอย่างเช่น เมื่อเทียบความสามารถทำนายค่าอัตราการไหลของกรณีศึกษา A ซึ่งถูกออกแบบให้ทำนายค่าอัตราการไหลของวันถัดไปในวันที่ 1 กับ การทำนายอัตราการไหลในวันถัดไปในวันที่ 1 ในกรณีศึกษา D และ E เป็นต้น

5. เมื่อเปรียบเทียบผลการทำนายของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนเอาต์พุตเท่ากับ 1 หน่วย ซึ่งได้แก่ ในกรณีศึกษา A, B และ C ซึ่งทำนายอัตราการไหลล่วงหน้าหนึ่งวันในวันที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ พบว่าผลการทำนายของวันล่วงหน้าที่ย่างจากวันปัจจุบันมากความสามารถในการทำนายอัตราการไหลก็จะลดลงตามลำดับ ซึ่งผลดังกล่าวอาจเป็นผลจากการที่รูปแบบชุดข้อมูลของอัตราการไหลย้อนหลังกับอัตราการไหลของวันทำนายที่ย่างกันมากจะมีความซับซ้อนของรูปแบบชุดข้อมูลที่มากขึ้นนั่นเอง

6. สำหรับในโครงข่ายที่ให้ผลการทำนายที่ให้ผลที่ดีที่สุดในการศึกษานี้คือ โครงข่ายประสาทเทียม A 5-12-1 ซึ่งใช้ชุดทดสอบ Test 2 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดของกระบวนการทำนายค่าอัตราการไหลสูงถึง 0.9780 แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณา รูปที่ จ.2 ซึ่งอยู่ในภาคผนวก จ พบว่า ในช่วงเวลาที่มีอัตราการไหลสูงและมีการเปลี่ยนแปลงในทันทีจะได้ผลการทำนายจากโครงข่ายประสาทเทียมที่สูงกว่าอัตราการไหลที่เกิดขึ้นจริง นอกจากนี้ยังพบว่าค่าคลาดเคลื่อนระหว่างค่าที่ได้จากการทำนายและค่าจริงนั้นจะมีค่ามากสำหรับช่วงที่มีค่าอัตราการไหลรายวันต่ำๆ แต่ค่าคลาดเคลื่อนจะลดลงในช่วงที่มีค่าอัตราการไหลสูงๆ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบขององค์ประกอบโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมต่อความสามารถในการทำนายอัตราการไหลของสถานีวัดจำนวน 1 สถานี โดยใช้ข้อมูลอัตราการไหลรายวันของวันย้อนหลังของสถานีวัดเดียวกันเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการทำนาย สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมที่เลือกใช้ในการศึกษานี้เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่มีชั้นซ่อนเร้นชั้นเดียวโดยได้ประยุกต์ใช้โครงข่ายเอลแมนซึ่งมีผลการศึกษากว่าให้ผลการทำนายที่ดีกว่าโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบอื่นๆ เนื่องจากการนำข้อมูลเอาต์พุตที่ได้จากการคำนวณของแต่ละเซลล์ประสาทเทียมย้อนไปใช้ป้อนเป็นอินพุตของเซลล์ประสาทเทียมเดียวกันอีกครั้งหนึ่งในขั้นตอนการแพร่ไปข้างหน้า

การศึกษานี้ได้ออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมให้มีโครงสร้างที่แตกต่างกันทั้งหมดเป็นจำนวน 24 โครงข่าย โดยทำการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบโครงสร้างอันได้แก่ จำนวนข้อมูลอินพุต, จำนวนเซลล์ประสาทเทียมในชั้นซ่อนเร้น และจำนวนข้อมูลเอาต์พุต แยกออกเป็นกรณีศึกษาทั้งหมด 5 กรณีศึกษา แบ่งเป็นกรณีศึกษาละ 210 กรณี ดังนี้

1. กรณี A เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนข้อมูลอินพุตเป็นอัตราการไหลย้อนหลังเป็นจำนวน 1-7 วัน มีจำนวนเซลล์ประสาทเทียมจำนวน 1-30 เซลล์ และมีจำนวนข้อมูลเอาต์พุตซึ่งเป็นอัตราการไหลทำนายล่วงหน้าจำนวน 1 วัน คือ วันที่ 1 นับถัดจากวันปัจจุบัน

2. กรณี B เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนข้อมูลอินพุตเป็นอัตราการไหลย้อนหลังเป็นจำนวน 1-7 วัน มีจำนวนเซลล์ประสาทเทียมจำนวน 1-30 เซลล์ และมีจำนวนข้อมูลเอาต์พุตซึ่งเป็นอัตราการไหลทำนายล่วงหน้าจำนวน 1 วัน คือ วันที่ 2 นับถัดจากวันปัจจุบัน

3. กรณี C เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนข้อมูลอินพุตเป็นอัตราการไหลย้อนหลังเป็นจำนวน 1-7 วัน มีจำนวนเซลล์ประสาทเทียมจำนวน 1-30 เซลล์ และมีจำนวนข้อมูลเอาต์พุตซึ่งเป็นอัตราการไหลทำนายล่วงหน้าจำนวน 1 วัน คือ วันที่ 3 นับถัดจากวันปัจจุบัน

4. กรณี D เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนข้อมูลอินพุตเป็นอัตราการไหลย้อนหลังเป็นจำนวน 1-7 วัน มีจำนวนเซลล์ประสาทเทียมจำนวน 1-30 เซลล์ และมีจำนวนข้อมูลเอาต์พุตซึ่งเป็นอัตราการไหลทำนายล่วงหน้าจำนวน 2 วัน คือ วันที่ 1 และ 2 นับถัดจากวันปัจจุบันตามลำดับ

5. กรณี D เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนข้อมูลอินพุตเป็นอัตราการไหลย้อนหลังเป็นจำนวน 1-7 วัน มีจำนวนเซลล์ประสาทเทียมจำนวน 1-30 เซลล์ และมีจำนวนข้อมูลเอาต์พุตซึ่งเป็นอัตราการไหลทำนายล่วงหน้าจำนวน 1 วัน คือ วันที่ 1, 2 และ 3 นับถัดจากวันปัจจุบัน ตามลำดับ

โครงข่ายประสาทเทียมทั้งหมดที่ถูกออกแบบไว้จะถูกนำทดสอบด้วยชุดทดสอบที่จัดไว้จำนวนทั้งหมด 3 ชุด โดยข้อมูลทดสอบแต่ละชุดจะประกอบไปด้วยข้อมูลสองชุดย่อย ข้อมูลชุดแรกเป็นข้อมูลชุดตัวอย่างซึ่งถูกจัดเรียงในรูปคู่ลำดับของ ข้อมูลอินพุต-ข้อมูลเป้าหมาย ข้อมูลอินพุตของข้อมูลชุดนี้จะถูกป้อนให้แก่โครงข่ายเพื่อคำนวณหาค่าข้อมูลเอาต์พุตและค่าข้อมูลเอาต์พุตที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลเป้าหมายเพื่อวิเคราะห์หาค่าปรับแก้น้ำหนักและไบอัสที่อยู่ในแต่ละเซลล์ประสาทเทียมของโครงข่ายด้วยกฎการเรียนรู้แบบแพร่กลับเพื่อให้เอาต์พุตที่ออกจากโครงข่ายมีค่าแตกต่างจากข้อมูลเป้าหมายน้อยที่สุด ส่วนข้อมูลชุดที่สองเป็นชุดข้อมูลสำหรับใช้ในขั้นตอนการทำนายค่าอัตราการไหลข้อมูลทั้งสองชุดจะอยู่ในรูปคู่ลำดับของ ข้อมูลอินพุต-ข้อมูลเอาต์พุต ข้อมูลอินพุตในข้อมูลชุดนี้จะถูกป้อนให้กับโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้รับการเรียนรู้แบบแพร่กลับด้วยข้อมูลชุดตัวอย่างแล้วเพื่อนำไปคำนวณหาค่าข้อมูลเอาต์พุต ข้อมูลเอาต์พุตที่ได้จากโครงข่ายนี้คือผลที่ได้จากการทำนายซึ่งจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลเอาต์พุตของข้อมูลชุดที่สองที่เป็นค่าข้อมูลจริงเพื่อคำนวณหาความสามารถในการทำนายค่าอัตราการไหลของโครงข่ายประสาทเทียมด้วยค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด ข้อมูลทดสอบทั้งสามนี้ได้มาจากการนำข้อมูลอัตราการไหลรายวันของสถานีวัดน้ำใต้ดิน M.9 ซึ่งถูกติดตั้งอยู่บริเวณสะพานรถไฟข้ามลำห้วยป่าเลา ในบริเวณเขตเทศบาลเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

1. ชุดทดสอบที่ 1 (Test 1) ที่มีคู่ลำดับของชุดข้อมูลอัตราการไหลของวันย้อนหลังกับข้อมูลอัตราการไหลของวันล่วงหน้าของปีน้ำ 2539 เป็นข้อมูลตัวอย่าง ใช้ในกระบวนการเรียนรู้ส่วนในขั้นตอนการทำนายใช้ชุดข้อมูลอัตราการไหลของวันย้อนหลังกับข้อมูลอัตราการไหลของวันล่วงหน้าของปีน้ำ 2543 เป็นข้อมูลอินพุต-เอาต์พุต

2. ชุดทดสอบที่ 2 (Test 2) ที่มีคู่ลำดับของชุดข้อมูลอัตราการไหลของวันย้อนหลังกับข้อมูลอัตราการไหลของวันล่วงหน้าของปีน้ำ 2539 เป็นข้อมูลตัวอย่าง ใช้ในกระบวนการเรียนรู้ส่วนในขั้นตอนการทำนายใช้ชุดข้อมูลอัตราการไหลของวันย้อนหลังกับข้อมูลอัตราการไหลของวันล่วงหน้าของปีน้ำ 2544 เป็นข้อมูลอินพุต-เอาต์พุต

3. ชุดทดสอบที่ 3 (Test 3) ที่มีคู่ลำดับของชุดข้อมูลอัตราการไหลของวันย้อนหลังกับข้อมูลอัตราการไหลของวันล่วงหน้าของปีน้ำ 2539 เป็นข้อมูลตัวอย่าง ใช้ในกระบวนการเรียนรู้ส่วนในขั้นตอนการทำนายใช้ชุดข้อมูลอัตราการไหลของวันย้อนหลังกับข้อมูลอัตราการไหลของวันล่วงหน้าของปีน้ำ 2544 เป็นข้อมูลอินพุต-เอาต์พุต

หลังจากนำโครงข่ายประสาทเทียมแต่ละโครงข่ายที่ได้ออกแบบไว้ไปทดสอบกับชุดทดสอบทั้งสามชุดสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. มีแนวโน้มว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนอินพุตซึ่งเป็นข้อมูลอัตราการใช้พลังงานหลังที่มากกว่าจะช่วยให้ความสามารถในการทำนายค่าอัตราการใช้พลังงานโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนอินพุตน้อยกว่า แต่ไม่สามารถสรุปผลดังกล่าวได้ชัดเจนเนื่องจากมีบางกรณีทดสอบที่โครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนอินพุตเพียงแค่ 2 หน่วย สามารถทำนายอัตราการใช้พลังงานโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนอินพุตมากกว่า

2. เมื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ประสาทเทียมในชั้นซ่อนเร้นของโครงข่ายประสาทเทียมมากขึ้นพบว่าเวลาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ นอกจากนี้ยังไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างความสามารถของการทำนายอัตราการใช้พลังงานกับจำนวนเซลล์ประสาทเทียมในชั้นซ่อนเร้น

3. จากการศึกษาได้ทำการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมให้มีจำนวนเอาต์พุตตั้งแต่ 1 ถึง 3 หน่วย พบว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนเอาต์พุต 1 หน่วย มีความสามารถในการทำนายที่ดีกว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีจำนวนเอาต์พุต 2 และ 3 หน่วย ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าโครงข่ายที่มีจำนวนเอาต์พุต 1 หน่วย เท่ากันแต่ถูกกำหนดให้ทำนายอัตราการใช้พลังงานของวันต่างกันยังให้ผลที่แตกต่างกันอีกด้วย กล่าวคือหากเอาต์พุตเป็นวันทำนายอัตราการใช้พลังงานของวันล่วงหน้า 1 วัน จะให้ผลการทำนายที่แม่นยำกว่าเอาต์พุตที่ทำนายอัตราการใช้พลังงานล่วงหน้าวันที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

4. ในการศึกษาข้อสงสัย ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด เป็นดัชนีชี้วัดความสามารถในการทำนายค่าอัตราการใช้พลังงานของโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมที่มีความสามารถในการทำนายค่าอัตราการใช้พลังงานสูงสุดคือ โครงข่าย A 5-12-1 ซึ่งมีจำนวนอินพุต 5 หน่วย จำนวนเซลล์ประสาทเทียมในชั้นซ่อนเร้น 12 เซลล์ และจำนวนเอาต์พุต 1 หน่วย ซึ่งใช้ชุดทดสอบที่ แต่อย่างไรก็ตามหากพิจารณาค่าคลาดเคลื่อนจากผลการทำนายเฉพาะจุด โดยเฉพาะในช่วงที่มีค่าอัตราการใช้พลังงานเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีและมีค่าอัตราการใช้พลังงานสูงสุด ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดวิกฤตอุทกภัย พบว่ายังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ระดับหนึ่ง ซึ่งจากการสังเกตพบว่าช่วงเกิดวิกฤตดังกล่าวอัตราการใช้พลังงานที่ทำนายได้จากโครงข่ายประสาทเทียมจะมีค่าสูงเกินอัตราการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจริง ดังนั้นหากนำเอาโครงข่ายดังกล่าวนี้ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการเตือนภัยน้ำท่วม ค่าอัตราการใช้พลังงานที่มีค่ามากกว่าค่าอัตราการใช้พลังงานจริงจะช่วยให้เพิ่มความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินมากขึ้น แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นจะต้องพิจารณาผลดังกล่าวนี้อย่างรอบคอบเนื่องจากอาจมีปัญหาด้านความน่าเชื่อถือในการเตือนภัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของผลการคาดการณ์ภัยแล้งจากเหตุการณ์ในอดีตในบริเวณลุ่มน้ำภายในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมกับแบบจำลองชนิดอื่น เช่น แบบเรเดียลเบสฟังก์ชัน เป็นต้น
2. ควรมีการประเมินภัยแล้งของพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ในอดีต โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม และเปรียบเทียบความถูกต้องกับข้อมูลที่ตรวจวัดจริง
3. ควรใช้หลักการทำนายค่าเฉลี่ยในอนาคตร่วมกับการจำแนกรูปแบบในการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์โครงข่ายประสาทเทียมในการวิเคราะห์ความผันแปรในกระบวนการผลิตจากแผนควบคุมคุณภาพชนิดผันแปร โดยอาศัยความสัมพันธ์จากค่าสังเกตในอดีตของข้อมูลในรูปอนุกรมเวลา

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุตุณิยมวิทยา. (2533). ข้อมูลอุตุณิยมวิทยากรุงเทพฯ. กรมอุตุณิยมวิทยา. เอกสารโรเนียว.
- กิตติพงษ์ จิระยุดิ และวุฒิชัย บุญผ่อง. (2542). แนวทางการประยุกต์ใช้ Artificial Neural Networks (ANNs) ในการทำนายอัตราการไหลรายวันของลำน้ำในประเทศไทย, การประชุมวิชาการโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 5, หน้า WRE 135-141.
- คทาฐ สุวรรณแก้ว, จุฑาสินี คมสัน และ พิมประไพ ขาวขำ (2550). การวิเคราะห์และจัดกลุ่มปัจจัยเชิงพื้นที่ในพื้นที่ภัยแล้งและอุทกภัย กรณีศึกษา จังหวัดพิจิตร. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิชย์ และวิช บุรณชนิด. (2545). การพัฒนาระบบเตือนภัยน้ำท่วมสำหรับเทศบาลเมืองชุมพร. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8, 23-25 ตุลาคม, โรงแรมโซฟิเทลราชาออคิด, จ.ขอนแก่น, หน้า WRE-68 ถึง WRE-73.
- นลินี จานงค์พล และ เสรี สุภราทิษฐ์. (2545). การพยากรณ์อนุกรมเวลาระดับน้ำเพื่อการเตือนภัยน้ำท่วม. การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 หน้า WRE80-85.
- ปวันรัตน์ สัมมะสุด, ขวัญใจ รักไทย และพงษ์ศักดิ์ บัวคำ. (2542). การทำนายระดับน้ำโดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม. ปทุมธานี: กลุ่มคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ภูวดล สุขขา และชูโชค อายุพงศ์. (2543). การทำนายปริมาณน้ำใต้ดินรายวันไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวงธารา โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม, การประชุมวิชาการโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8, หน้า WRE 86-90.
- สมิทธ ธรรมสโรช. (2534). ภัยธรรมชาติในประเทศไทย: ภัยธรรมชาติ. โรงพิมพ์กรมอุตุณิยมวิทยา, กรุงเทพฯ
- สรณิ แสงมิตร, ดุษฎี สุขวัฒน์. (2524). ฝนแล้ง. กรมอุตุณิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม และ บริษัท ไอศับเบิ้ลยูบี-สยามเท็ค จำกัด. โครงการศึกษาวิจัยเพื่อกำหนดพื้นที่ ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย และภัยธรรมชาติในเขตลุ่มน้ำภาคเหนือ = Risk Area Classification for Natural Hazards in Northern Watersheds. กรุงเทพฯ : บริษัท ไอศับเบิ้ลยูบี-สยามเท็ค จำกัด, 2541.
- ลีไศ ยี่สุนแสง. (2547). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในจังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร

- เสรี ศุภราทิตย์ ชัยยุทธ์ ชินณะราสี และ ทรงพล โนนสว่าง. (2544). การพยากรณ์ระดับน้ำที่
หาดใหญ่โดยโครงข่ายประสาทเทียม. การประชุมวิศวกรรมแหล่งน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 1
บทความที่ RF11/1-6.
- เสรี ศุภราทิตย์. (2543): การทำนายอัตราการไหลรายเดือนโดยโครงข่ายประสาทเทียม. การ
ประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6 หน้า WRE91-96.
- French, M. N., Krajewski, W. F. and Cuykendall, R. R. (1992). Rainfall forecasting in space and
time using a neural network. *Journal of Hydrology*, Vol. 137, No. 1.
- Nam, L.H., Phien, H.N., and Das Gupta, A. (1998). "Filtering and Forecasting of Monthly
Streamflows by Backpropagation Neural Networks with an Error Updating Method",
Water Resources Journal, Vol. 198, pp. 29-39.
- Rumelhart, D.E., Hinton, G.E. and McClelland, J.I. (1986). *Parallel Distributed Processing:
Explorations in the Microstructure of Cognition*, Vol. 1 Foundation, MIT Press, 318-334.
- Siang, J.J. (1992). *Application of Back Propagation Method in Forecasting Problems*, M.Eng
Thesis. Bangkok. Asian Institute of Technology.
- Songyot Sureerattanan, Huynh Ngoc Phien, Nidapan Sureerattanan, Nikos Mastorakis,
"Backpropagation networks modelling: appropriate structure and convergence speed",
3rd WSEAS International Multiconference on NNA – FSFS – EC 2002, Febr. 11-15,
2002, Interlaken, Switzerland, 2002, pp. 4081-4086.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก โปรแกรมคำสั่งการทำงาน

```

close all; clear all; clc;

%% SET UP VARIABLE

N = 5; % number of input unit

M = 1; % number of output unit (Case A = 1)

H = 30; % number of neurons in hidden layers

TimeStart = 0;

TimeEnd = 0;

RunTimeStart = zeros(1,6);

RunTimeEnd = zeros(1,6);

RunTime = zeros(1,H);

%% TRAIN SET

load('data39raw.mat');

data39_trans = 0.1+((data39raw-min(data39raw))*(0.8/(max(data39raw) - min(data39raw))));

data39 = zeros(N, 365-N);

forecast39 = zeros(M, 365-N);

for i = 1:N,

    data39(i,:) = data39_trans(i:365-N+i-1);

    x=i;

    y=365-N+i-1;

end

forecast39(M,:) = data39_trans(x+1:y+1);

%% TEST SET

load('data44raw.mat');

data44_trans = 0.1+((data44raw-min(data44raw))*(0.8/(max(data44raw) - min(data44raw))));

data44 = zeros(N, 365-N);

for i = 1:N,

    data44(i,:) = data44_trans(i:365-N+i-1);

end

forecast44(M,:) = data44_trans(x+1:y+1);

%% ANN FOR FLOOD WARNING PROCESS (Case: A 5-12-1)

Pseq_39 = con2seq(data39(1:N,:));

Pseq_44 = con2seq(data44(1:N,:));

Tseq_39 = con2seq(forecast39(1:M,:));

for i = 1:H

    fprintf('cycle: %d\n', i);

    net = newelm([0.1 0.9; 0.1 0.9; 0.1 0.9; 0.1 0.9; 0.1 0.9], [i 1], {'logsig','logsig'}); % create network

    net.trainParam.show = 2500;

    net.trainParam.epochs = 10000;

    net.trainParam.lr = 0.1;

    net.trainParam.mc = 0.9;

```

```

RunTimeStart = clock;
TimeStart = 3600*RunTimeStart(1,4) + 60*RunTimeStart(1,5) + RunTimeStart(1,6);

net = train(net, Pseq_39, Tseq_39);

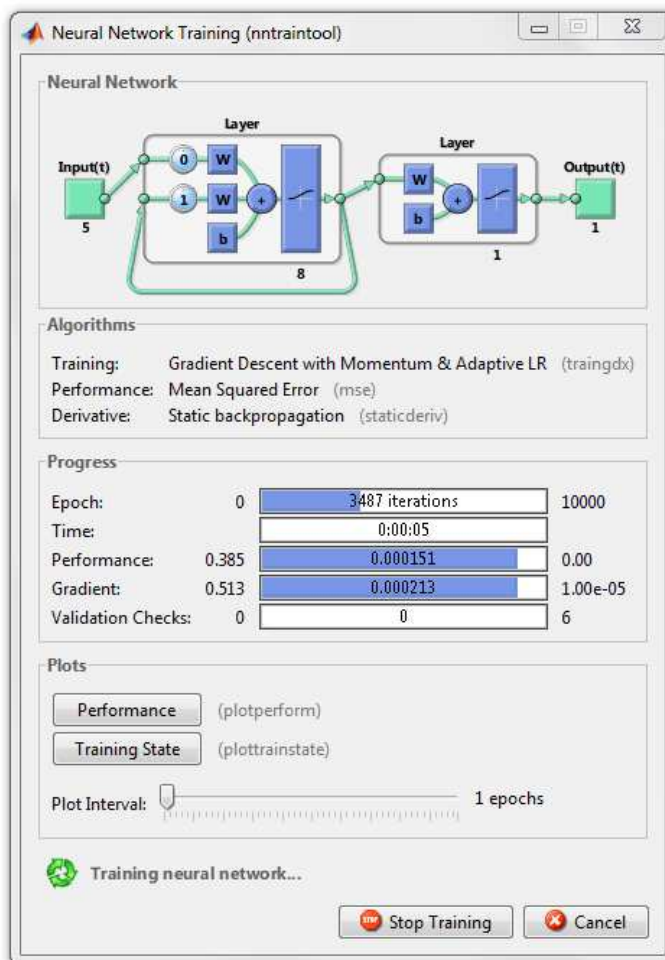
RunTimeEnd = clock;
TimeEnd = 3600*RunTimeEnd(1,4)+60*RunTimeEnd(1,5)+RunTimeEnd(1,6);
RunTime(1,i) = TimeEnd-TimeStart;

% simulating data
y44(i,:) = sim(net,Pseq_44);
Qann = cell2mat(y44(i,:));

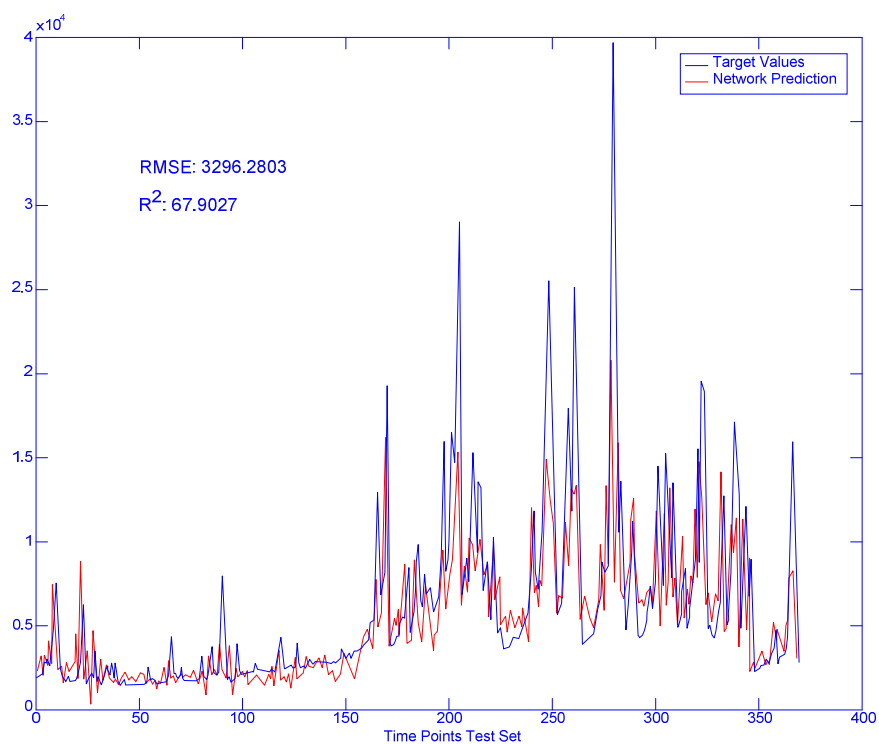
Q = forecast44(M,:);
Qmean = sum(Q)/numel(Q);
R_pow2(i) = 1 - (sum((Qann-Q).^2)/sum((Qann-Qmean).^2));
end

```

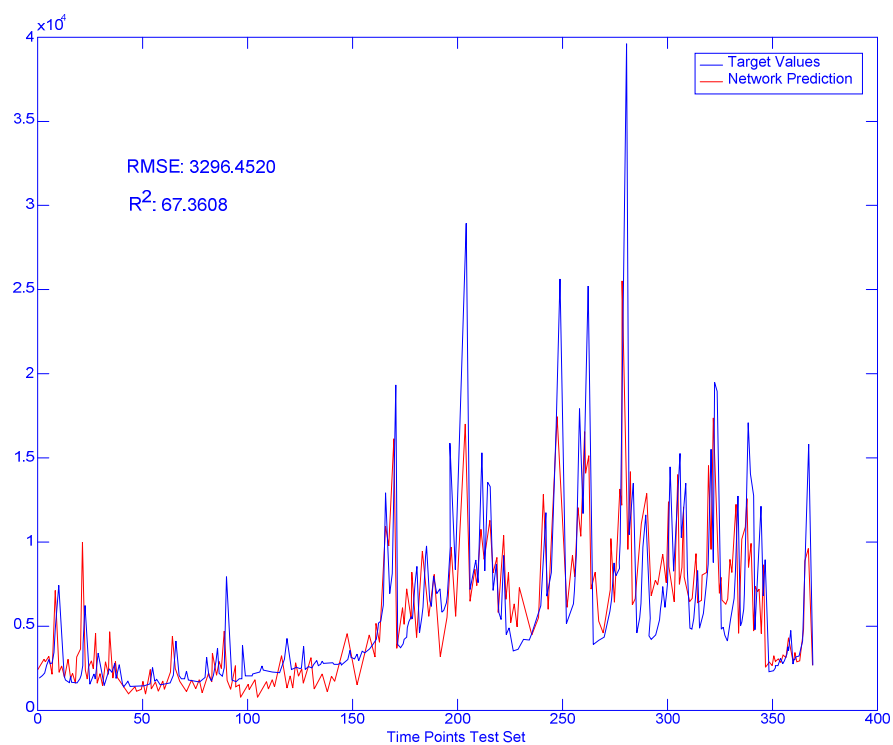
ภาคผนวก ข โปรแกรมคำสั่งการทำงาน



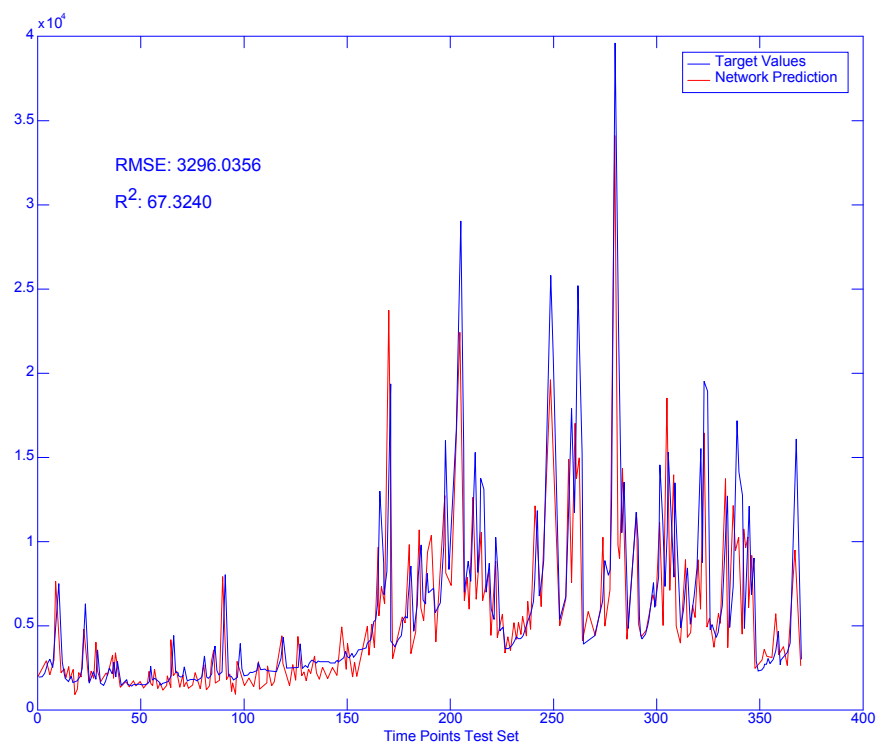
ภาคผนวก ค ผลการทดสอบข้อมูล



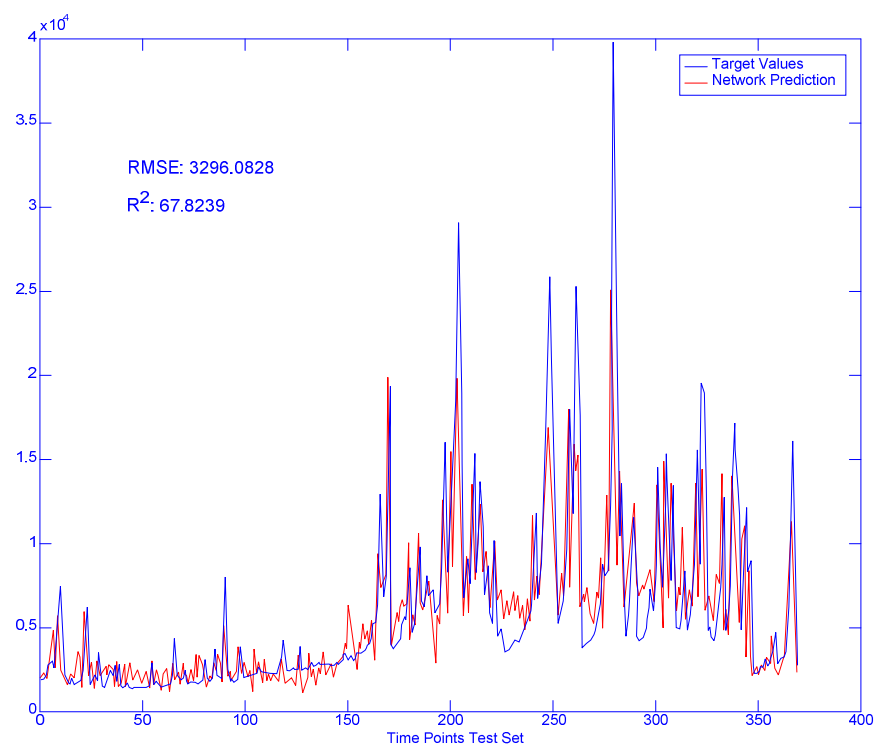
ANN 1



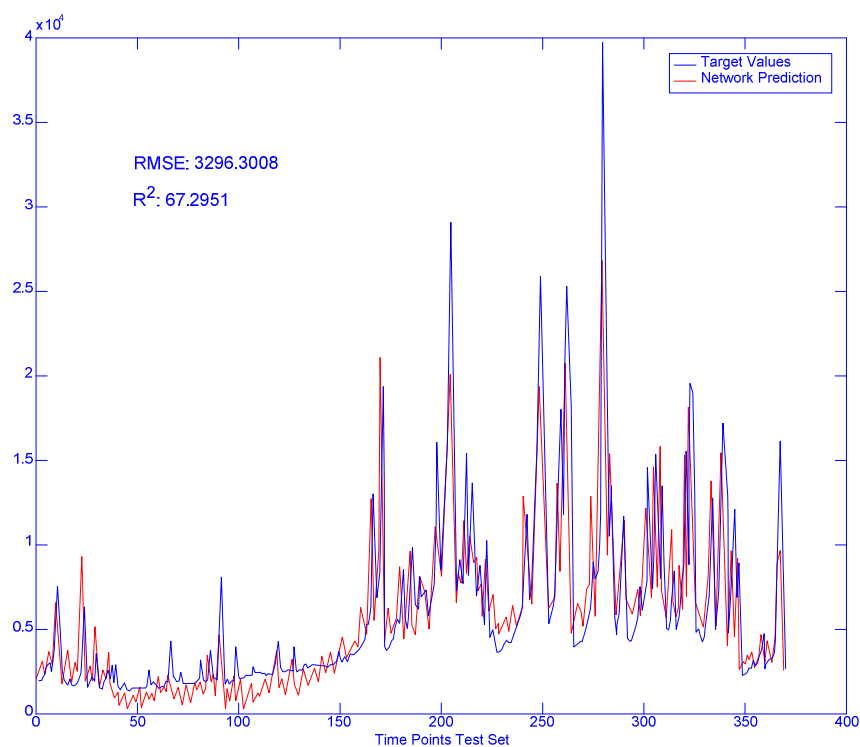
ANN 2



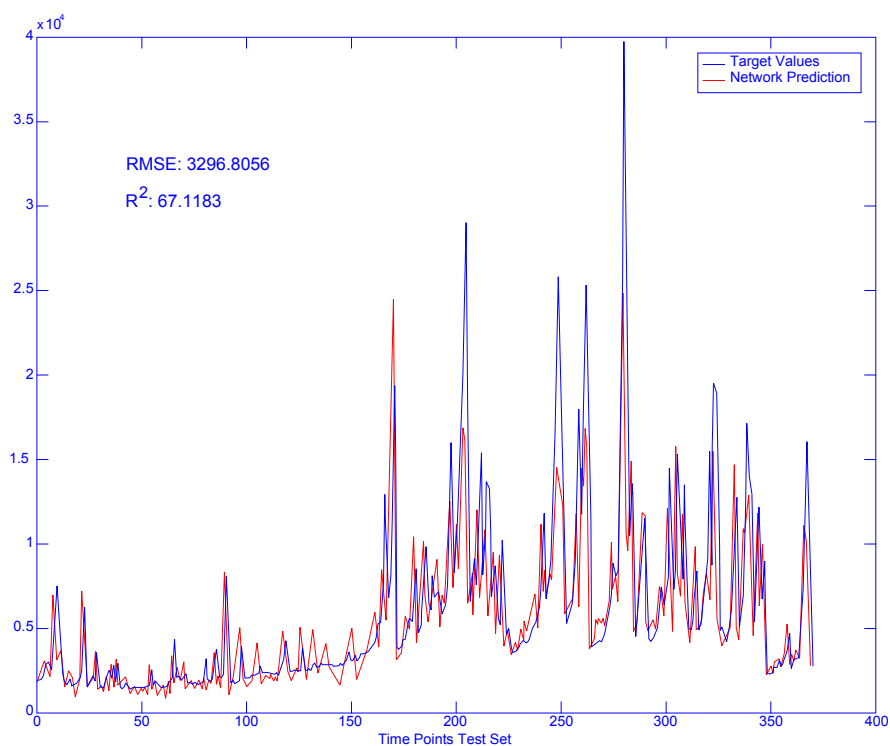
ANN 3



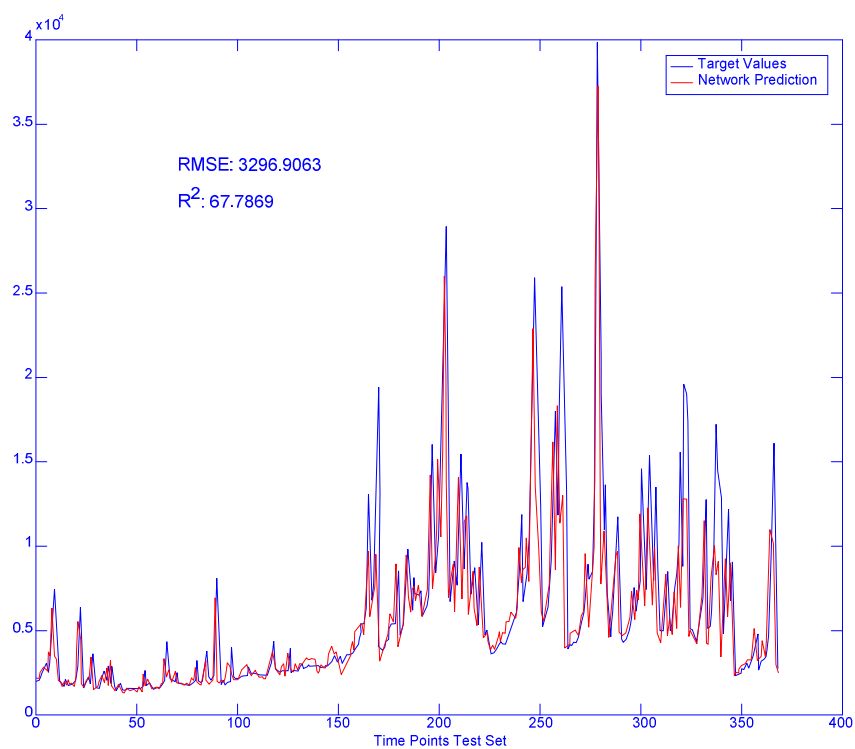
ANN 4



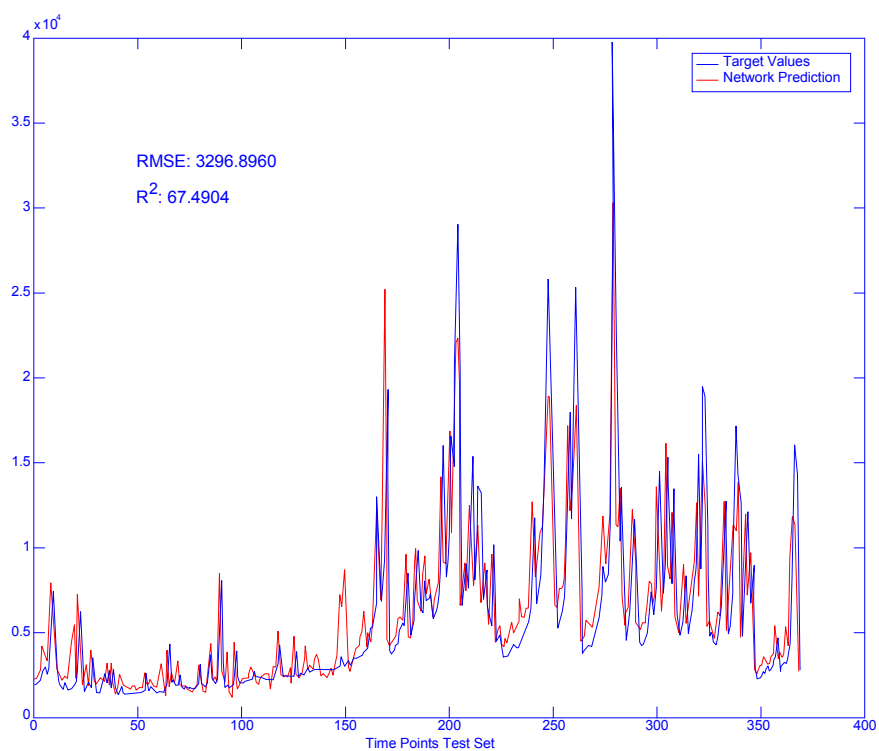
ANN 5



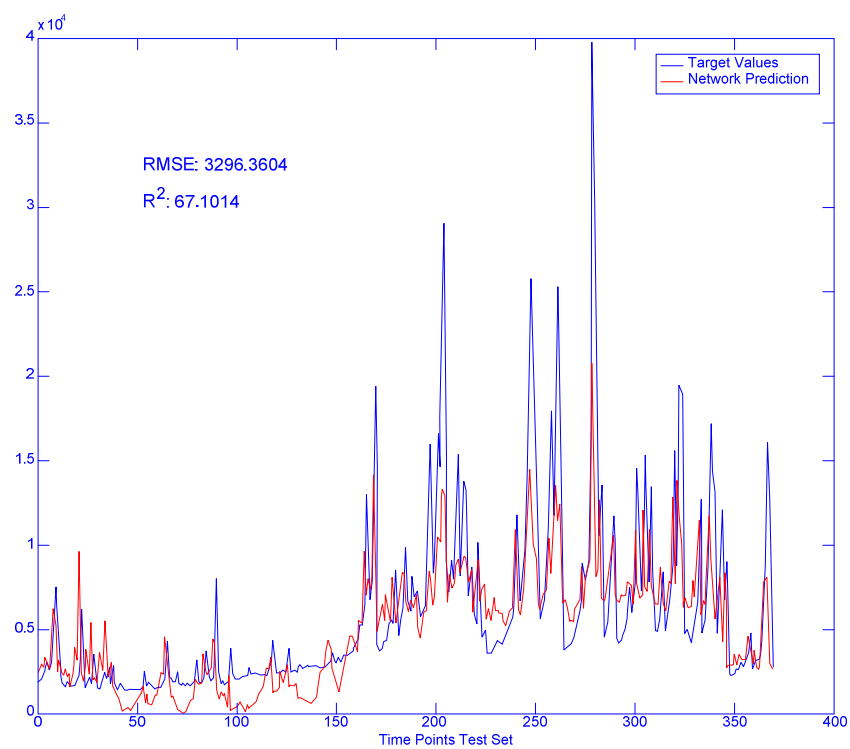
ANN 6



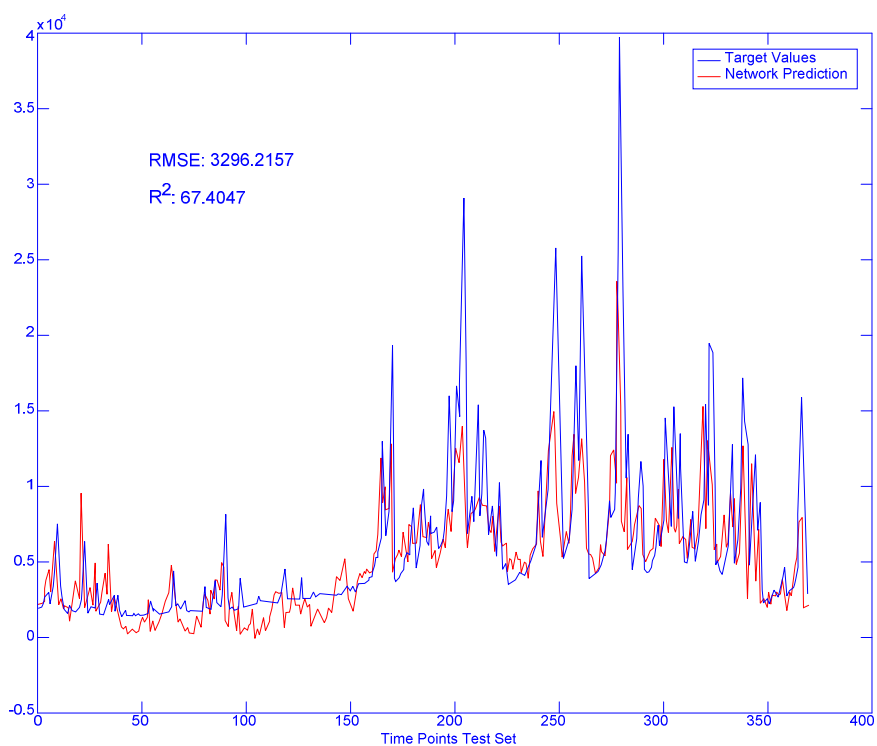
ANN 7



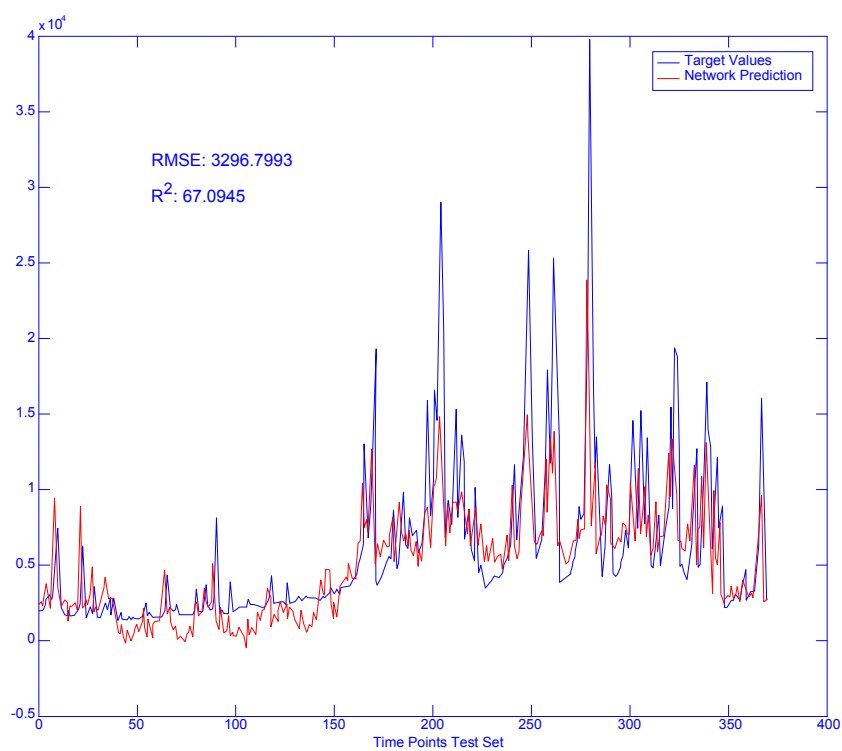
ANN 8



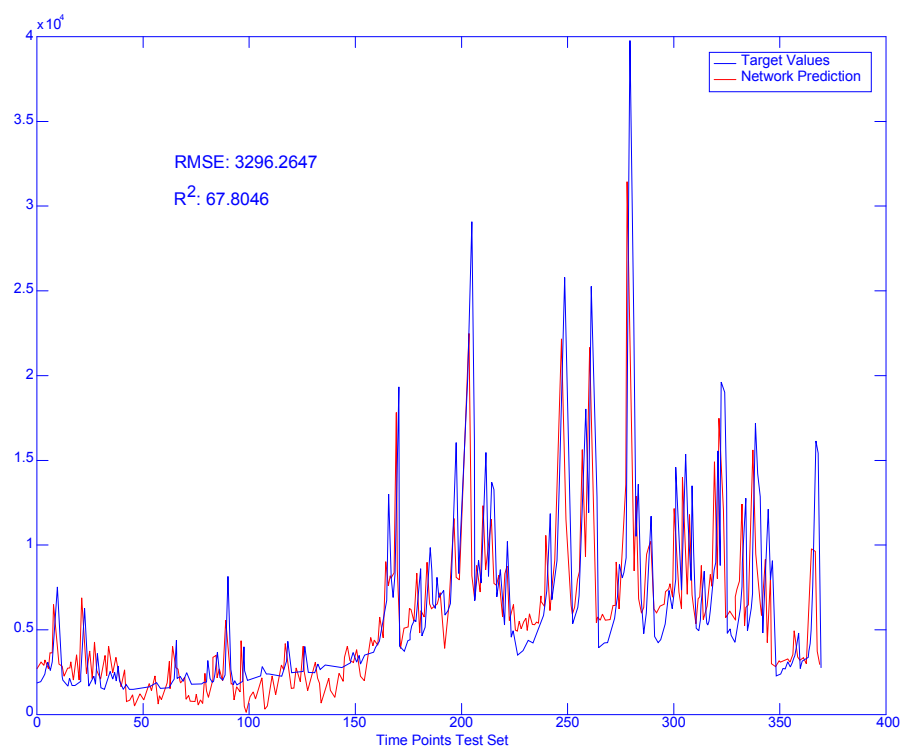
ANN 9



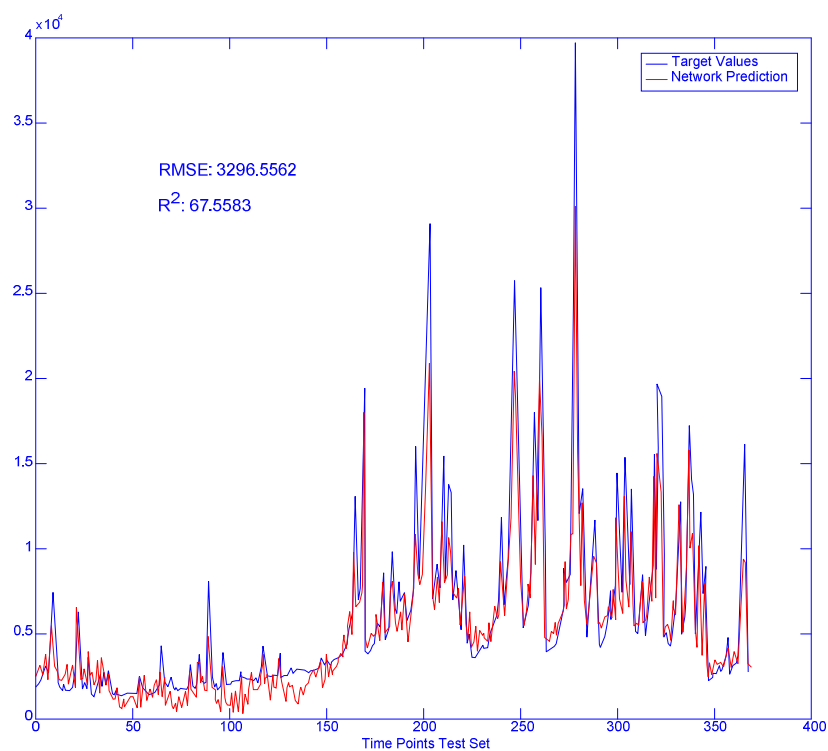
ANN 10



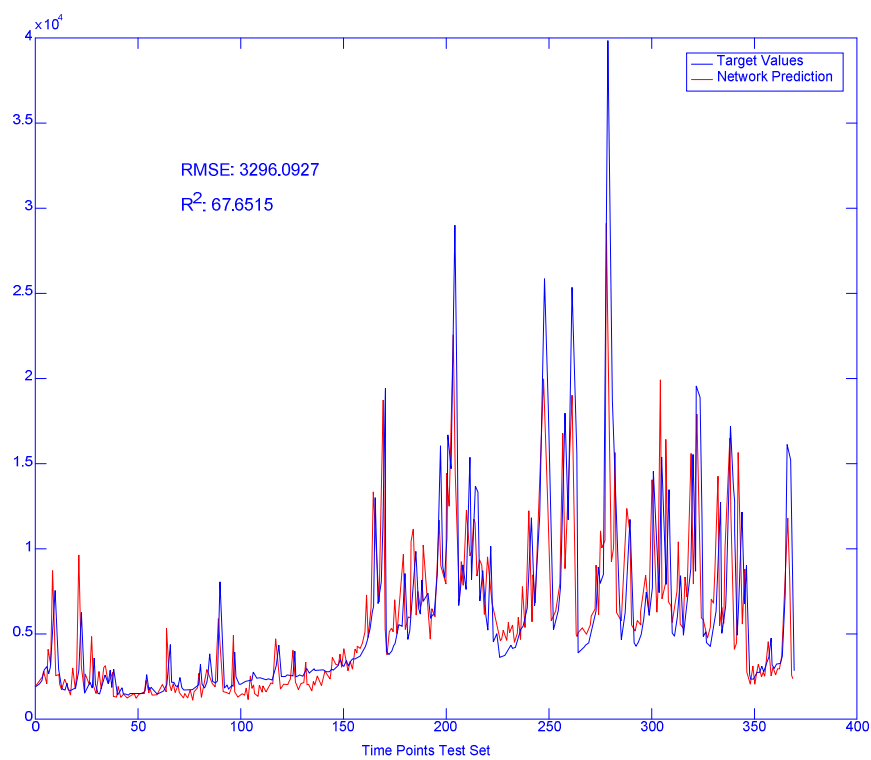
ANN 11



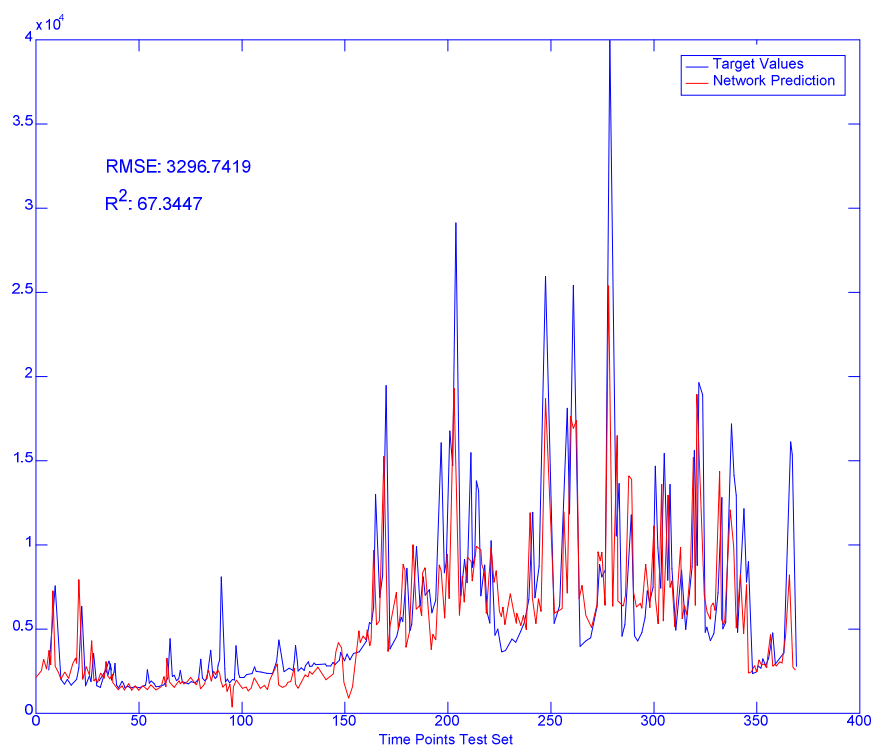
ANN 12



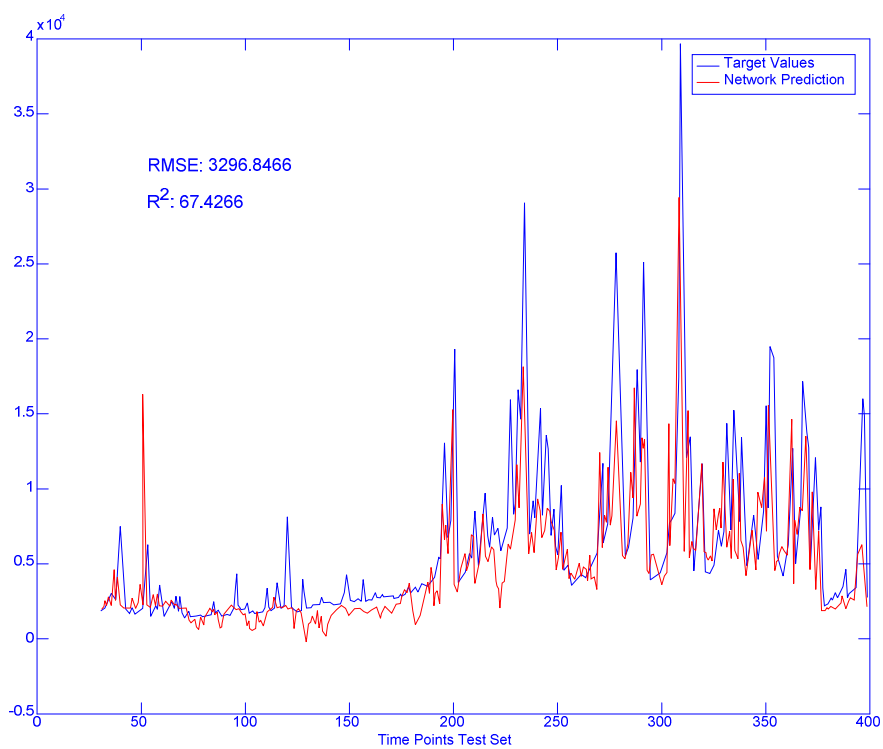
ANN 13



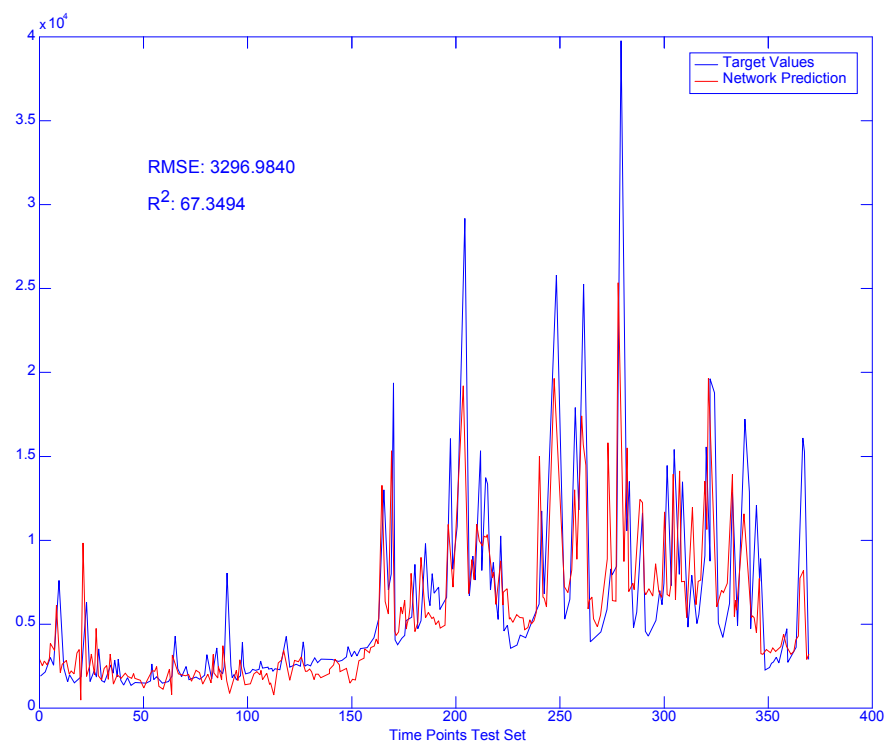
ANN 14



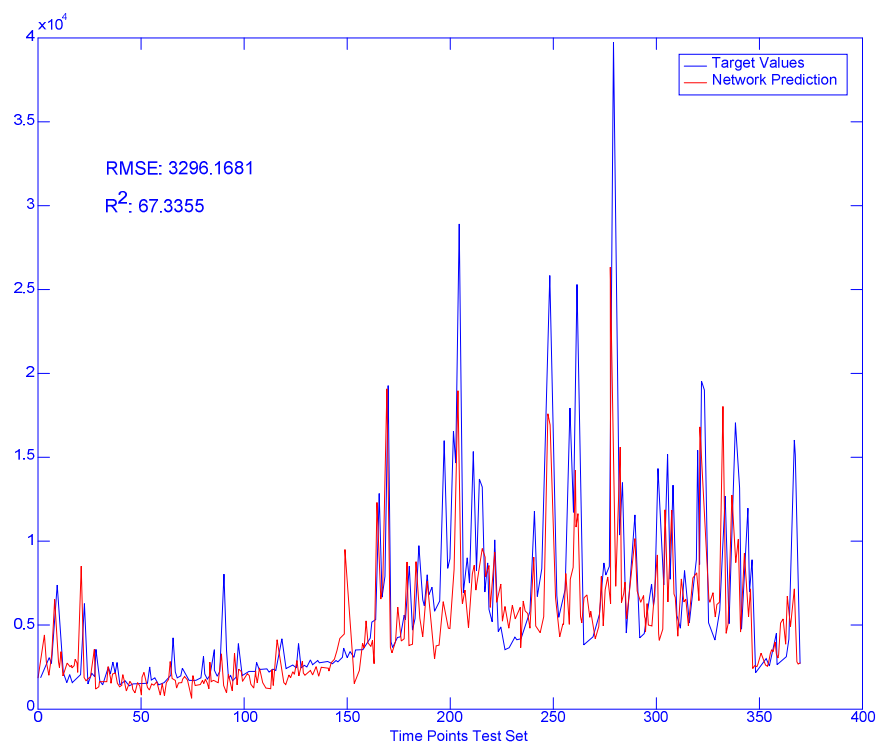
ANN 15



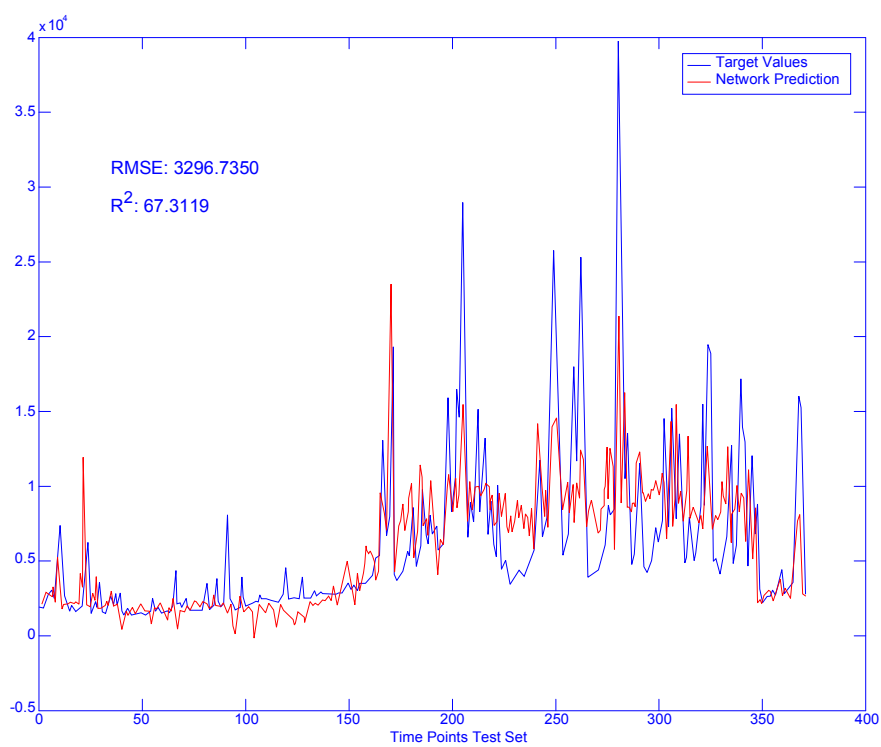
ANN 16



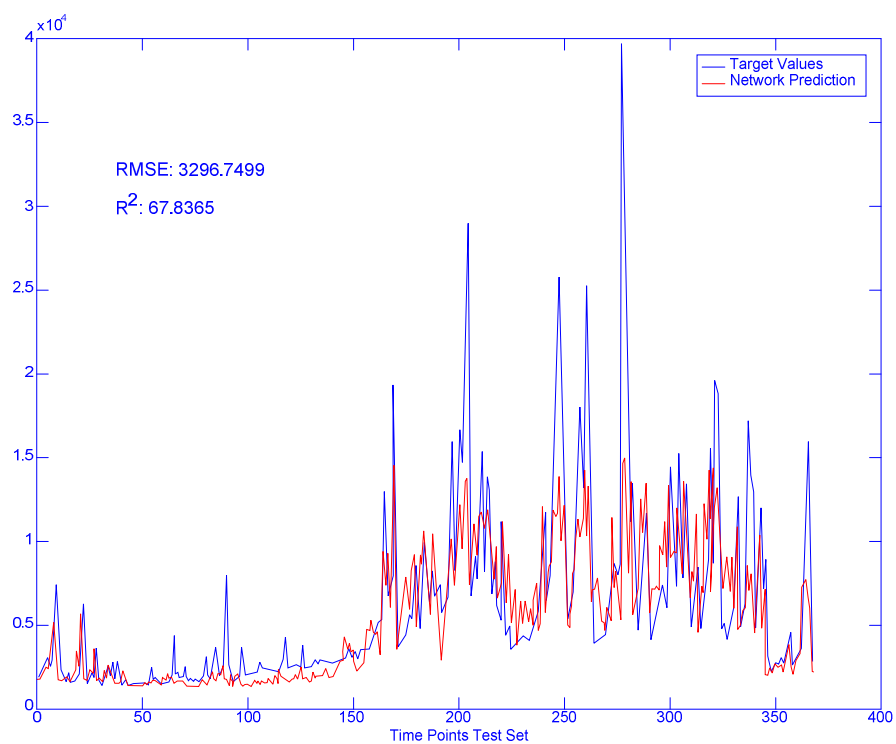
ANN 17



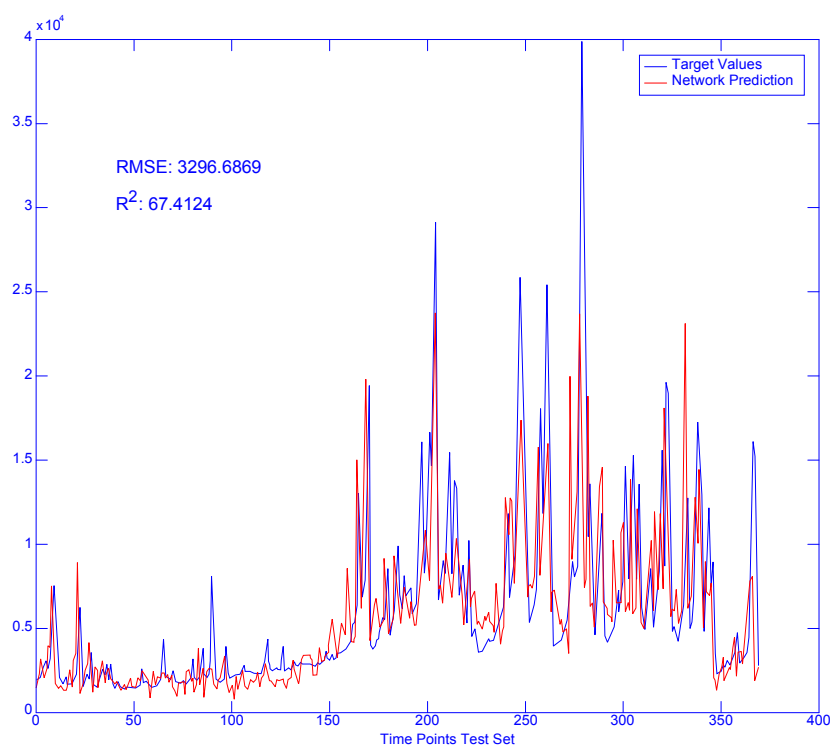
ANN 18



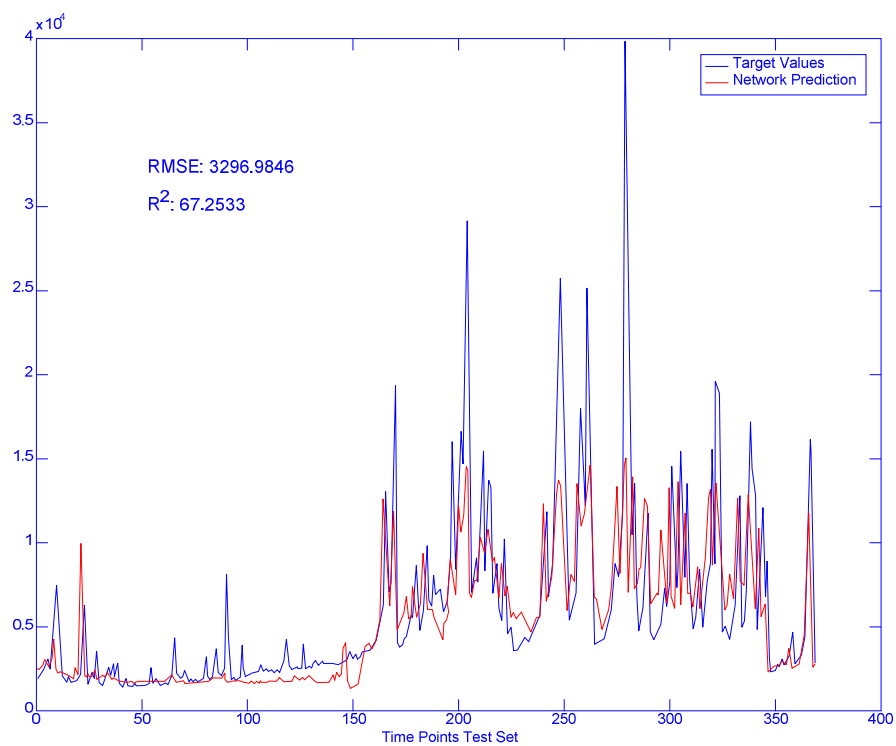
ANN 19



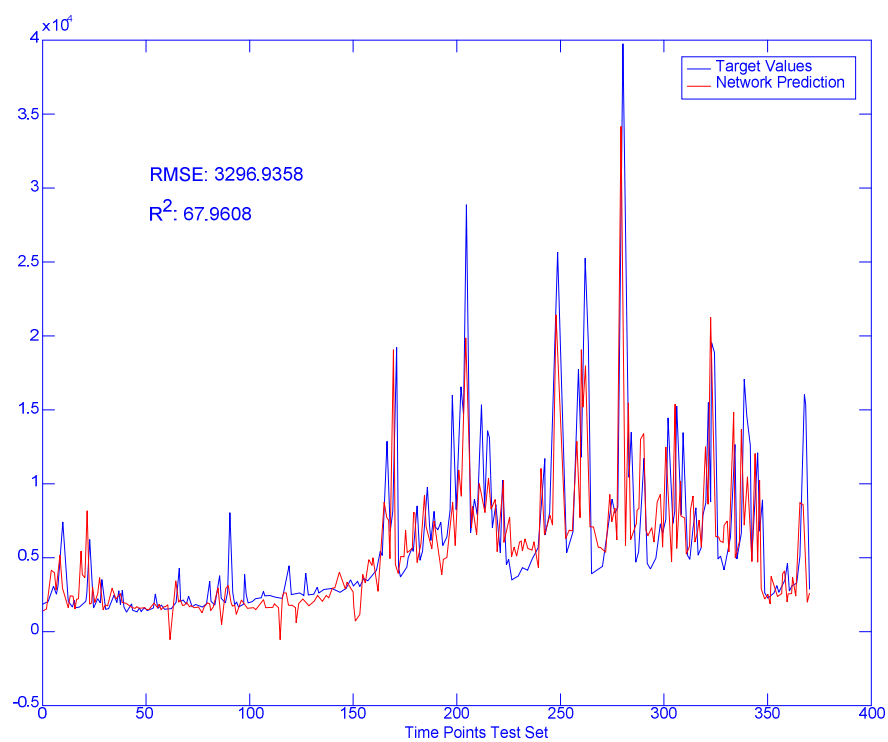
ANN 20



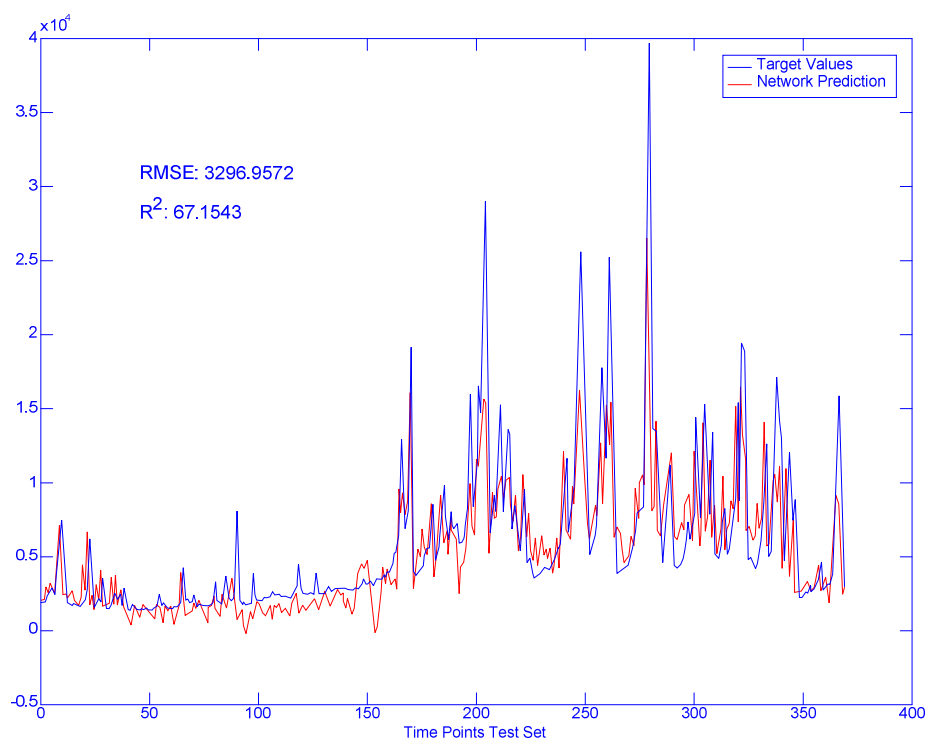
ANN 21



ANN 22



ANN 23



ANN 24

ภาคผนวก ง ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายเอนกพงศ์ ธรรมมาธิวัฒน์
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr Anekpong Thammathiwat
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3679800154743
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำ
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) : anekpong_1@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ) สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (กำลังศึกษา)
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
วิศวกรรมโครงสร้าง
วิศวกรรมปฐพี
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
 - 7.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว
 - หัวหน้าโครงการวิจัย
 - 1) “พฤติกรรมด้านกำลังรับแรงและการเสีรูปของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ โดยการทดสอบแรงอัดสามทิศทางแบบวัฏจักร” วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2546
 - 2) “การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการน้ำของจังหวัดเพชรบูรณ์ตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงอย่างยั่งยืน” แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ 2555
 - ผู้ร่วมโครงการวิจัย
 - 1) “การบูรณาการการจัดการระบบการผลิตของกลุ่มผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ บ้านสะเดียง อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ในเชิงธุรกิจชุมชน” แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ 2554

2) “การวิจัยเพื่อพัฒนาครูภายในจังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยภูมิปัญญาการทอผ้าหมัก” แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ 2555

3) “การศึกษาความหลากหลายทางภาษาและวัฒนธรรมของจังหวัดเพชรบูรณ์” แหล่งทุน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ 2555

7.2 งานวิจัยที่กำลังทำ

หัวหน้าโครงการวิจัย

1) “เครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานไมโครเวฟอัตโนมัติ” แหล่งทุน เครือข่ายการวิจัย ภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีงบประมาณ 2554 ทำลุล่วงแล้วประมาณ 70%

2) “การพัฒนาศักยภาพโรงไฟฟ้าพลังน้ำท้ายอ่างเก็บน้ำห้วยป่าเลโดยใช้กระบวนการแบบมีส่วนร่วม” แหล่งทุน สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ.2555 ทำการวิจัย ลุล่วงแล้วประมาณ 50 %

7.3 ผลงานตีพิมพ์วารสารวิชาการ

1) Thammathiwat, A. and Chim-oye, W. “Behavior of Strength and Pore Pressure of Soft Bangkok Clay under Cyclic Loading” *Thammasat International Journal of Science and Technology*, Vol. 9, No. 4, October-December, 2004, pp. 21-28

2) Thammathiwat, A. “Application of cyclic behavior of soft clay to the road settlement prediction” *International Conference on Civil and Environmental Engineering (ICCEE-2004)* July 27 to 28, 2004 Faculty Club (Gakushi-Kaikan), Hiroshima University Higashi-Hiroshima, Japan, pp. 241-250

3) Thammathiwat, A. and Chim-oye, W. “Effect of Permeant Liquid on the Swell Volume and Permeability of Geosynthetic Clay Liners” *The Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, Vol.15, 2010, pp.1183-1197

4) เอนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์, วีรยา ฉิมอ้อย “การคาดคะเนการทรุดตัวของถนน โดยใช้ผลการทดสอบแรงอัดสามทิศทางแบบวัฏจักร”, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 9, ชะอำ, จ.เพชรบุรี, 19-21 พฤษภาคม 2547

5) วีรยา ฉิมอ้อย, เอนกพงศ์ ธรรมาธิวัฒน์ “อิทธิพลของสารละลายที่มีต่อคุณสมบัติการพองตัวและการซึมผ่านของแผ่นใยสังเคราะห์ดินเหนียว” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์* 16, 3 (ก.ย.-ธ.ค. 2551)